



(19) RU (11) 2 075 151 (13) C1

(51) МПК⁶ H 02 K 23/04

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4895812/07, 17.08.1990

(30) Приоритет: 19.10.1989 US 423827

(46) Дата публикации: 10.03.1997

(56) Ссылки: Патент Великобритании N 2188494, кл.
H 02 K 5/00, 1986.

(86) Заявка PCT:
US 90/04669 (17.08.90)

(71) Заявитель:
Дженерал Электрик Компани (US)

(72) Изобретатель: Харольд Эдмунд Блэттнер[DE],
Ричард Фредерик Юхен[US], Роберт Элдон
Эллис[US], Элдон Рьюлон
Каннингхэм[US], Майкл Джозеф
Ашер[US], Джозеф Юджин Миллер[US]

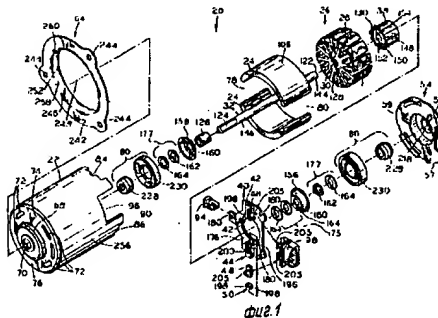
(73) Патентообладатель:
Дженерал Электрик Компани (US)

(54) ДИНАМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА ПОСТОЯННОГО ТОКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и касается выполнения электрических машин постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Предлагаемая динамоэлектрическая машина постоянного тока содержит подшипниковый щит, постоянные магниты, прикрепленные к станине, на валу - якорь из листов с пазами, коллектор, узел щеточной траверсы, по крайней мере, с двумя щетками, соединенными с проводящими элементами, два опорных средства с подшипником каждое, установленные в держателе. Одно опорное средство расположено в станине, другое - в подшипниковом щите. Сущность изобретения состоит в том, что постоянные магниты закреплены на станине посредством клея, по крайней мере одно опорное средство, например, расположенное в подшипниковом щите, выполнено самоустанавливающимся с обеспечением свободного центрирования подшипника валом. Держатели закреплены на станине и к подшипниковому щиту при помощи клея, как и имеющийся в машине монтажный фланец, прикрепленный к станине и расширяющийся по окружности от нее. Монтажный фланец предназначен для присоединения данной машины к любому из нескольких объектов ее применения. При

этом щеточная траверса имеет кольцевую форму, а между станиной и подшипниковым щитом закреплен набор изолирующих элементов, соединенных с узлом кольцевой щеточной траверсы для упругого поддержания последнего внутри станины. Изобретение направлено на расширение области использования данной электрической машины, снижение шума при ее работе. Электрическая машина отличается также жестким креплением ее конструктивных элементов и усовершенствованным выполнением коллекторно-щеточного узла, что снижает напряжения в нем и повышает надежность всей электрической машины. 13 з.п. ф-лы, 21 ил.



RU 2 075 151 C1

RU 2 075 151 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 075 151** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **H 02 K 23/04**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 4895812/07, 17.08.1990

(30) Priority: 19.10.1989 US 423827

(46) Date of publication: 10.03.1997

(86) PCT application:
US 90/04669 (17.08.90)

(71) Applicant:
Dzheneral Ehlektrik Kompani (US)

(72) Inventor: Kharol'd Ehdmond Blehttnr[DE],
Richard Frederik Jukhen[US], Robert Ehldon
Ehlis[US], Ehldon R'julon
Kanningkhehm[US], Majkl Dzhozef
Asher[US], Dzhozef Judzhin Miller[US]

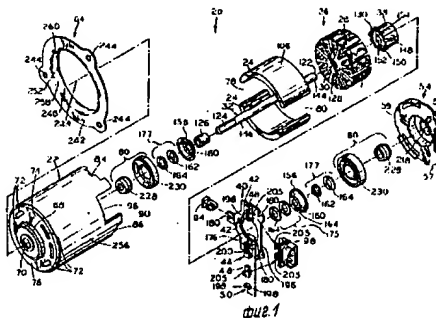
(73) Proprietor:
Dzheneral Ehlektrik Kompani (US)

(54) DIRECT CURRENT DYNAMO ELECTRIC MACHINE

(57) Abstract:

FIELD: electric engineering, direct current electric machines which are excited by permanent magnets. SUBSTANCE: device has bearing shield, permanent magnets which are connected to bed, armature which is located on shaft and has sheets with slots, collector, brush traverse unit which has at least two brushes which are connected to conducting elements. In addition device has two support members each of which has bearing which is located in holder. One support member is located in bed, another one is located in bearing shield. Permanent magnets are glued to bed; at least one support member, for example on which is located in bearing shield is self-mounted for free alignment of bearing to shaft. Holders as well as mounting flange are glued to bed and bearing shield. Said mounting flange is designed for connection of described electric machine to its client device and extends along circumference which run from bed. Brush traverse is ring-shaped. Set of insulation member which are located

between bed and bearing shield are connected to ring brush traverse unit for spring-loading latter inside bed. All constructive members are rigidly attached; design of collector-brush assembly is improved. EFFECT: increased field of application, decreased noise, decreased tension in collector-brush assembly and increased reliability of electric machine. 14 cl, 21 dwg



RU 2 075 151 C1

RU 2 075 151 C1

Настоящее изобретение относится к малым электродвигателям, а более конкретно к структурированной серии моделей электродвигателей, в которых используют максимально увеличенное число общих оптимизированных и максимально удешевленных составных элементов множественного применения в минимизированном по издержкам процессе изготовления, для множества различных областей применения, включая применение в автомобильной промышленности.

Обычно в отраслях промышленности, использующих электродвигатели, например в автомобильной промышленности, каждое конкретное применение двигателя требовало значительного числа индивидуальных составных элементов с небольшим числом общих (если они даже были) составных элементов для различных применений. Например, обычно использовали разные двигатели для каждой модели автомобиля и внутри моделей использовали разные двигатели для отопителя, только вентиляторных систем или вентиляторных систем кондиционирования воздуха, а для переднеприводных моделей обычно использовали отличающийся от других двигатель для вентилятора охлаждения радиатора.

Одним из конкретных примеров этого является обычное использование трех составных элементов для станин электродвигателей: основного элемента, заднего подшипникового щита и переднего подшипникового щита, объединенного в одно целое с фланцем крепления. Эта конкретная практика требовала отдельной оснастки для каждой объединенной комбинации подшипникового щита с фланцем крепления для каждого применения, которое требовало отличного от других осевого положения фланца крепления относительно станины электродвигателя. Оснастка для объединенных в одно целое подшипникового щита и фланца крепления была довольно дорогой.

Поэтому в автомобильной промышленности было обычным делом иметь почти столько комплектов инструментальной оснастки для изготовления двигателей, сколько имелось разных применений. Эта традиционная система была расточительной, поскольку требовала повторных кратковременных производственных периодов с использованием большого количества оснастки, что повышало себестоимость единицы продукции при изготовлении требуемого числа разных двигателей до неприемлемого уровня.

Таким образом, для снижения издержек и производственных затруднений является желательным разработать структурированный электродвигатель, имеющий сведенное к минимуму число общих составных частей, которые с незначительными изменениями их конструкции и технологии изготовления можно было бы использовать для получения двигателей для максимально большого числа разных применений в автомобилях, которые (двигатели) были бы способны работать с минимальным шумом, имели бы большой срок службы и значительно более низкую заводскую себестоимость единицы продукции.

Траверсы щеточного узла для электродвигателей и генераторов также различны по конструкции, но обычно содержат обоймы для размещения щеток, пружинные средства для надавливания на щетки с целью прижатия их к коллектору, электрические провода для создания пути течения тока к щеткам и монтажную поверхность для закрепления указанных элементов, служащую также в качестве средства для крепления всего узла к двигателю с обеспечением размещения щеток в надлежащем рабочем положении по отношению к коллектору.

Срок службы электродвигателей, нашедших применение в приспособлениях, инструментах и автотранспортных средствах, а также много промышленных применений обычно зависит от длины угольной щетки, скорости износа щетки и, в случае сменных щеток, числа смен щеток до начала сильного износа коллектора.

Известно, что скорость износа щеток является функцией нагрузки, частоты вращения двигателя и (что более важно) давления пружины, прилагаемого к щетке для удержания ее в опорном контакте с коллектором. Следовательно, понятно, что при слишком большом давлении пружины механический износ становится чрезмерным, на коллекторе образуется пленка, имеющая нежелательные характеристики, и срок службы щетки заметно снижается. С другой стороны, при приложении слишком малого давления образование электрической дуги, обусловленное высоким контактным сопротивлением и механическим истиранием вследствие подпрыгивания щеток, сильно снижает потенциальный срок службы щеток.

Типичная конструкция щетки электродвигателя для транспортного средства содержит винтовую пружину, опирающуюся на угольную щетку, причем оба эти элемента размещены в коробчатом щеткодержателе с обеспечением прижатия щетки к коллектору. Хотя обычно используют эту конструкцию, она имеет недостатки. В частности, давление, создаваемое посредством винтовой пружины, является функцией ее сжатия или растяжения. Следовательно, когда щеточный узел новый и щетки имеют максимальную длину, пружина находится в состоянии наиболее полного сжатия и давление поэтому будет самым высоким. В конце срока службы щетки пружина максимально удлиняется и давление на коллектор при этом становится ниже требуемого. Таким образом, в зависимости от жесткости пружины лишь часть износа щетки находится в оптимальном диапазоне давлений, создаваемых пружиной.

Пружины щеткодержателей традиционных электродвигателей автомобильного применения имеют непостоянное усилие. Другими словами, чем сильнее и дальше оттягивают пружину, тем более сильное сопротивление она оказывает. Таким образом, если пружину перемещают на короткое расстояние от ее нормального положения покоя, сила ее сопротивления будет относительно низкой. Чем дальше перемещают пружину от ее положения покоя, тем больше сила, с которой пружина противодействует движущей силе. Но при приложении давления к щеткам на траверсе

узла щеткодержателя является желательным, чтобы на щетку действовала постоянная сила, прижимающая щетку к коллектору на протяжении всего срока службы и особенно после первоначального износа.

Другая проблема, связанная с использованием традиционных пружин щеткодержателей электродвигателей автомобильного применения состоит в том, что они занимают много места. В частности, в станине двигателя имеется лишь столько места, сколько нужно для размещения всех составных элементов двигателя. Традиционные пружины, такие как винтовые пружины, занимают ценное место в зоне расположения щеток.

Что касается традиционной винтовой пружины, которая имеет конечную длину в сжатом состоянии и которая обычно заключена в обойме щеткодержателя за щеткой, то потребное для сжатой пружины пространство приводит к необходимости использования более короткой щетки на длине обоймы щеткодержателя.

Поэтому желательно разработать пружинное средство, которое не только развивало бы довольно постоянную силу, но и занимало минимальное пространство для обеспечения возможности увеличения размеров щеток и увеличения тем самым срока службы электродвигателя.

В некоторых применениях для устранения указанных недостатков была использована ленточная пружина, навитая подобно часовой пружине и установленная с возможностью разворачивания в направлении удерживания щетки у коллектора. Поскольку ленточные спиральные пружины имеют, по существу, постоянное усилие, то может быть получен идеальный диапазон давлений, обеспечивающий оптимальный контакт между щеткой и коллектором на протяжении всего срока службы щетки.

При использовании ленточной пружины спирали, обеспечивающие сцепляющую силу, устанавливаются снаружи щеткодержателя с обеих его сторон и потому лишь тонкая часть ленты пружины оказывается расположенной в обойме щеткодержателя позади щетки. Таким образом, эта конструкция дает дополнительное пространство для более длинной щетки, что приводит к желаемому увеличению срока службы щетки.

Однако при использовании конструкций, содержащих обойму щеткодержателя и ленточную пружину, возникают проблемы, состоящие в нестабильном сроке службы щетки, вызванном тем, что стенки, окружающие спиральные части пружины, стремятся задержать движение щетки в обойме, вероятно, вследствие вибрации при движении щетки туда и обратно и разворачивания спиральных частей. Задержка щетки может быть также вызвана скольжением спиральных частей назад и вперед (или внутрь и наружу), а также разворачиванием этих частей в их гнездах.

Известно и понятно, что важно, чтобы щетка всегда следовала за коллектором. Однако независимо от того, насколько хорош коллектор, поскольку вал и опорные поверхности подвергают механической обработке, в двигателе будет оставаться некоторый эксцентриситет. Поэтому очень важно обеспечивать не только давление

пружины, но и большую степень свободы перемещения всей системы, связанной со щетками.

При использовании традиционных конструкций с ленточными пружинами щетка задевает за стенку обоймы щеткодержателя и с большим трением перемещается по ее дну. В результате в этих местах оседает мусор, например уголь, пыль и т. п. что дополнительно уменьшает свободу перемещения системы.

Обоймы щеткодержателей, предназначенные для устранения указанных недостатков (такие, как те, что раскрыты в описании к патенту США 4800313, Н 02 К 13/00, с. 310-242, 1989, выданному на имя Вернера и др.), представляли собой конструкцию, в которой наружная стенка гнезда или обоймы была убрана и были предусмотрены, по крайней мере, две полукруглые поверхности для обеспечения точечного или линейного контакта с каждой спиральной частью ленточной пружины.

Эта система в некоторой степени решала проблемы, связанные с использованием конструкции с ленточной пружиной, но все же остается потребность в упрощенной системе щеткодержателя с ленточной пружиной, которая бы: увеличивала срок службы щетки путем обеспечения, по существу, постоянной силы давления щетки на коллектор, когда вся щетка находится в контакте с коллектором, фактически исключала склонность щетки к застреванию в обойме из-за наличия мусора, такого как остатки, уголь, пыль и т.п. и обеспечивала спиралью ленточной пружины возможность оставаться относительно свободными для разворачивания в направлении к их состояниям покоя без защемления или повреждения любой составной частью обоймы или мусором из системы, когда щетка истирается о коллектор.

В одной из общераспространенных конструкций кольцевой щеточной траверсы, в частности для малых электродвигателей мощностью от 1/20 л.с. до 1 л.с. используют кольцевую щеточную траверсу цельной конструкции, отформованную из стойкой к высоким температурам электропроводящей пластмассы. На траверсе выполнены обоймы для щеток и различные отверстия для крепления ее к станине электродвигателя и для пропускания вала якоря с прикрепленным к нему коллектором.

Источником шума в традиционном электродвигателе автомобильного применения была щетка. В частности, взаимодействие между щеткой и коллектором создавало много шума, вызванного формой самой щетки. В частности, одним из источников шума является край щетки, попадающий в пазы коллектора, что не только вызывает шум, но и приводит к кратковременным увеличениям плотности тока, когда щетка немного прыгает по коллектору при попадании ее в паз.

Дополнительный источник шума в традиционном электродвигателе состоит в передаче шума через кольцевую щеточную траверсу узла обойм щеток к станине. В частности, при жестком соединении между траверсой и станиной в традиционной конструкции колебания, генерируемые между щеткой и коллектором и передаваемые к траверсе, а затем к станине, создавали

неприемлемый уровень шума в конструкции.

Поэтому является желательным разработать соединение между кольцевой щеточной траверсой и станиной, которое бы уменьшало и изолировало вибрации, создаваемые в результате взаимодействия щетки с коллектором и передаваемые к станине.

В известных опорных системах, использованных в электродвигателях для автомобильных применений, обычно использовали автоматически самоустанавливающийся подшипник, удерживаемый под воздействием упругой силы путем обеспечения возможности вхождения множества защелок (лапок), образованных на металлическом сепараторе (удерживающей пластине), в контакт под нагрузкой с его наружной периферийной поверхностью. Известно, что выравнивающий (стабилизирующий) крутящий момент, необходимый для самоустановки металлических шариков, соответственно увеличивается, когда увеличивается упругая сила защелок. Следовательно, является предпочтительным уменьшать упругую силу защелок, чтобы обеспечить плавность автоматической самоустановки.

Однако при уменьшенной упругой силе защелок они не могут удовлетворительно противостоять нагрузке, действующей на шарики в радиальном или осевом направлении, что приводит к ненадежности выполнения функции поддержания. Поэтому является предпочтительным, чтобы упругая сила металлического сепаратора была низкой, для того чтобы уменьшить выравнивающий крутящий момент, причем является также предпочтительным, чтобы она была высокой, для того чтобы удовлетворительно оказывать сопротивление нагрузке, действующей на металлические шарики. Таким образом, упругая сила металлического сепаратора должна иметь две противоречащие друг другу характеристики. Однако, поскольку традиционный металлический сепаратор был выполнен так, что каждая защелка имела одну и ту же упругую силу, он не мог обладать одновременно и высокой и низкой необходимыми упругими силами.

Ввиду вышесказанного в существующем сепараторе предпочтение отдают обеспечению надежности поддержания вала, жертвуя в некоторой степени функцией плавной самоустановки. Поэтому выравнивающий крутящий момент, необходимый для самоустановки шариков, увеличивают, в результате чего оказывается невозможным легко осуществить требуемую самоустановку. Другой недостаток состоит в том, что, когда металлический сепаратор смонтирован так, что защелки имеют заданную упругую силу, он имеет узкий диапазон регулировки и удовлетворительный монтаж обеспечивают лишь с большим трудом.

К другим попыткам преодоления указанных недостатков относится создание удерживающего устройства для автоматического самоустанавливающегося шарикоподшипника, наружная периферийная поверхность которого выполнена сферической, причем шарики приспособляются для удержания

посредством металлического сепаратора, снабженного, по крайней мере, двумя типами защелок, имеющими упругую силу разной величины. Защелки, имеющие меньшую величину упругой силы, входят в контакт с наружной периферийной поверхностью шариков раньше, чем те, которые имеют большую величину упругой силы, что обеспечивает упругое удерживание шариков.

Защелки проходят в радиальном направлении внутри зоны, расположенной вблизи наружной периферии сепаратора. Защелки, имеющие меньшую величину упругой силы, и защелки, имеющие большую величину упругой силы, поочередно расположены по окружности металлического сепаратора.

Обычно защелки, имеющие большую величину упругой силы, шире, чем те, что имеют меньшую величину упругой силы. В соответствии с другим вариантом защелки, имеющие большую величину упругой силы, могут быть толще, чем те, что имеют меньшую величину упругой силы, при одной и той же ширине.

Подшипниковые сепараторы, выполненные в соответствии с описанным выше более поздним способом, в результате чего упругая удерживающая сила, с которой сепаратор действует на подшипник, оказывается слабой в момент автоматической самоустановки, но увеличивается при наличии нагрузки, приложенной к шарикам в осевом направлении, показаны в описании к патенту США 4806025, F 16 C 23/04 (284-202), 1989, выданному на имя Камиямы и др. Хотя описанные выше автоматически самоустанавливающиеся подшипники являются шагом вперед по сравнению с известным уровнем техники, тем не менее решения проблем повторяемости и величины силы, необходимой для самоустанавливания подшипников, остаются найденными.

В традиционных двигателях, имеющих полюса возбуждения постоянным магнитом, возникают крутящие моменты магнитного сопротивления во время вращения вращающихся блуждающих токов под полюсами. Момент магнитного сопротивления представляет собой чувствительный к изменению положения периодический при вращении момент вращения, который возникает при отсутствии возбуждения якоря. Появление этого момента обусловлено взаимодействием поля постоянного магнита и пазов в якоре. Из-за этих пазов магнитное сопротивление магнитного тока изменяется в разных точках вокруг якоря. Это означает, что магнитная энергия в области воздушного зазора между полюсами и якорем не одинакова во всех точках по окружности якоря. Это появление момента магнитного сопротивления проявляется пульсацией, биением и неравномерностью частоты вращения, которые нежелательны при всех частотах вращения, но наиболее заметны и нежелательны при низких частотах вращения. Ранее делались попытки уменьшить момент магнитного сопротивления в электродвигателях постоянного тока, например, путем скашивания пазов якоря. Но скашивание пазов усложняет процесс изготовления якоря.

Момент магнитного сопротивления появляется всегда во всех работающих

электродвигателях, в которых имеет место изменение воздушного зазора в зависимости от угла поворота. Является желательным регулировать момент магнитного сопротивления, в частности, в автомобильных применениях, для максимального уменьшения числа равных составных частей, необходимых для осуществления максимального числа применений, и для максимального снижения себестоимости продукции и производственных издержек и сведения к минимуму различных сложностей.

Среди других проблем, связанных с известными традиционными электродвигателями, особенно используемыми для охлаждения радиатора автомобиля, была проблема долговечности. В частности, одна из конструкций двигателя выходила из строя после приблизительно 500 часов работы, что грубо соответствует 40000 миль пробега автомобиля. Эти известные электродвигатели отказывали главным образом потому, что их щетки были полностью изношены. Таким образом, для продления срока службы электродвигателя, используемого в таком применении, нужно продлить срок службы щеток.

Другим обнаруженным недостатком этого известного электродвигателя, используемого в качестве двигателя для охлаждения радиатора, был выход из строя подшипников, вызываемый, возможно, нарушением смазки подшипников. Поэтому было бы желательным разработать систему смазки или опорную систему для двигателя, которые бы продляли срок службы опорных систем. Известен электродвигатель постоянного тока, содержащий станину, якорь, коллектор, подшипники, маслябойник (патент Англии N 2192312, N 02 K 5/00, 1986 г.). Известно также решение, в котором стартер для двигателя внутреннего сгорания, включающий станину, систему возбуждения, вал, якорь, подшипниковые щиты, коллектор, щеткодержатели, снабжен фланцем для оперативного крепления (патент США N 4080541, N 02 K 1978 г.).

(НКИ: 310-89). Наиболее близким техническим решением настоящему изобретению является электрическая машина, содержащая станину с постоянными магнитами, якорь из пластин на валу, коллектор, щетки, щиты (патент Англии N 2188494 кл. N 02 K 5/00, 1986 г.). Перечисленные технические решения имеют недостатки, аналогичные вышеописанному известному уровню техники. Таким образом, существует потребность в усовершенствованном электродвигателе и способах изготовления двигателя и различных его составных частей. Такой двигатель должен быть структурированным изделием, использующим минимальное число составных элементов для обеспечения максимального числа различных применений, включая автомобильные применения, и должен: обеспечивать значительное понижение уровней шума по сравнению с известными электродвигателями, в частности, теми, что применяют в автомобилях, иметь заданный ряд заданных состояний в, по крайней мере, одной опорной системе, воспроизводимый при повторении во множестве других индивидуальных опорных систем, иметь усовершенствованный

5 щеточный узел, иметь точно профилированные и скошенные щетки, значительно снижающие шум, создаваемый в результате взаимодействия щеток с коллектором, иметь точно выполненные по заданным размерам и установленные на одной линии обоймы щеток, иметь комбинацию обойм щеток с кольцевой щеточной траверсой, значительно снижающую напряжения в траверсе, иметь 10 листы сердечника якоря, прикрепленные к валу с минимальным напряжением вала, иметь коллектор, закрепленный на валу с минимальным напряжением самого коллектора и вала, иметь якорь, который 15 сначала грубо отделяют, балансируют и затем подвергают окончательной доводке, обеспечивающей точные допуски на размеры, иметь маслоотражатели, являющиеся частью якоря, иметь жесткий подшипниковый щит, снижающий шум, создаваемый электродвигателем, иметь точно 20 сконструированные и профилированные магниты и точно сконструированные листы сердечника якоря, взаимодействие которых уменьшает крутящий момент магнитного сопротивления, и иметь крепленную посредством клея комбинацию фланца со станиной, значительно снижающую шум, создаваемый электродвигателем, и 25 снижающую затраты на оснастку.

В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления настоящего изобретения предлагаются 30 структурированный электродвигатель для различных применений в автомобиле и способы установки различных простейших составных элементов двигателя. Описываемый ниже вариант осуществления настоящего изобретения представлен в виде электродвигателя, предназначенного для 35 использования в качестве двигателя для приведения в действие вентилятора автомобильного отопителя, вентилятора автомобильного кондиционера воздуха или вентилятора для охлаждения автомобильного радиатора.

Каждый структурированный электродвигатель содержит: станину, имеющую средство для размещения 45 подшипника и, по крайней мере, два магнитных средства, оперативно установленных и закрепленных в ней посредством клея, якорь, включающий сердечник, выполненный из множества листов, вал и коллектор с пазами и оперативно установленный в станине с 50 возможностью взаимодействия с магнитными средствами, узел кольцевой щеточной траверсы, оперативно присоединенный к станине с обеспечением точного расположения, по крайней мере, двух 55 щеточных средств относительно коллектора, проводящее средство, оперативно присоединенное к щеточному средству для проведения электричества, подшипниковый щит, имеющий средство для размещения подшипника и оперативно присоединенный к 60 станине для закрытия двигателя, и по крайней мере, одно свободно устанавливающееся опорное средство, оперативно установленное в, по крайней мере, одном средстве для размещения подшипника подшипникового щита, причем опорное средство имеет ряд заданных состояний, предварительно

установленных и удерживаемых в нем с помощью клеящего средства, фланцевое средство крепления, оперативно присоединенное к станине посредством клея, для оперативного присоединения двигателя к любому из множества объектов применения, например в автомобиле.

Другие особенности структурированного электродвигателя, способствующие получению эксплуатационных и стоимостных преимуществ его по сравнению с известными электродвигателями, включают следующие конструктивные и функциональные отличительные признаки.

Структурированный электродвигатель дополнительно содержит открытый и закрытый концы, причем открытый конец имеет средство позиционирования подшипникового щита и средство крепления амортизатора, а закрытый конец имеет несколько средств охлаждения, оперативно выполненных в нем с обеспечением уменьшения передачи шума через них.

Опорное средство станины может иметь оперативно установленные в средстве для размещения подшипника в станине либо шариковый подшипник, либо подшипник скольжения с замками с возможностью оперативного взаимодействия с валом, причем замок подшипника скольжения закрепляют посредством клея в требуемом положении в средстве для размещения подшипника после обеспечения заданного ряда состояний между ними с воспроизведением при повторении одного и того же заданного ряда состояний в множестве иных подшипников скольжения в множестве иных средств для размещения подшипника несмотря на колебания размеров в каждом ином подшипнике, каждом ином замке и каждом ином средстве для размещения подшипника.

Два магнитных средства дополнительно имеют (когда они закреплены в станине) промежутки между ними и расположены в станине с обеспечением значительного уменьшения выхода из станины через несколько средств охлаждения шума, генерируемого внутри станины и передаваемого между промежутками в направлении к закрытому концу станины.

Вал выполнен, по существу, совершенно ровным и имеет опорную поверхность на одном конце и средство соединения с объектом применения на другом, причем множество образующих сердечник листов с пазами подвергают перед оперативной установкой на вал индукционному нагреву.

На валу между опорной поверхностью и сердечником оперативно установлена распорная втулка.

По сердечнику, распорной втулке и, по крайней мере, части вала равномерно распределены изолирующие средства.

Коллектор содержит внутреннюю изолирующую сердцевинную часть и наружную электропроводящую часть, предпочтительно изготовленную из меди и имеющую пазы и язычки, причем коллектор оперативно приклеен к неизолированной части вала между концом с опорной поверхностью и слоистым сердечником.

В пазах слоистого сердечника оперативно намотано и оперативно соединено с язычками коллектора проводящее средство, такое как

обмоточная проволока.

Каждый маслоотражатель содержит чашеобразную часть для задвигания масла обратно в опорное средство.

Между чашеобразной частью одного маслоотражателя и коллектором оперативно установлено средство компенсации осевого люфта для регулирования осевого биения вала до величины, находящейся в заданных пределах.

Средство уменьшения осевой вибрации или система компенсации осевого давления содержит, по крайней мере, одну предпочтительно эластомерную шайбу и, по крайней мере, одну предпочтительно найлатроновую шайбу, причем одна из предпочтительно эластомерных шайб оперативно установлена рядом с маслоотражателем, находящимся в непосредственной близости к распорной втулке, а другая предпочтительно эластомерная шайба оперативно установлена у маслоотражателя, находящегося в непосредственной близости к коллектору. Якорь предварительно нагружают или смещают путем расположения магнитных средств относительно сердечника ближе к закрытому концу станины, в результате чего взаимодействие между опорной поверхностью и, по крайней мере, одной найлатроновой шайбой средство компенсации осевого давления будет вызывать давление, действующее на соседнее опорное средство. Это предварительное нагружение является результатом естественной склонности магнитов аксиально центрировать шихтованный сердечник, в результате чего осевая вибрация (осевое перемещение) якоря значительно уменьшается.

Каждая щетка имеет электрическое соединительное средство (такое, как медные гибкие проводники), оперативно соединенное с ней, и снабжена скосом для контактирования с коллектором.

Узел кольцевой щеточной траверсы содержит траверсу, в которой выполнены, по крайней мере, восемь D-образных (полукруглых) пазов и, по крайней мере, три оперативно присоединяемых к ней амортизирующих средства.

К кольцевой щеточной траверсе оперативно присоединены (предпочтительно с использованием D-образных пазов в качестве соединительных средств для максимального уменьшения напряжения в траверсе и для точного расположения щеток перпендикулярно к наружной поверхности коллектора) по крайней мере две обоймы щеток.

Ленточная пружина кручения, оперативно соединенная с каждой щеткой, прижимает каждую щетку к наружной поверхности коллектора с почти постоянной силой на единицу площади контакта между ними.

Для того чтобы энергию подвести к двигателю и отвести от него, к соединительному средству щетки (такому, как медный гибкий выводной проводник) оперативно присоединено электропроводящее средство (такое, как штепсельная вилка).

Подшипниковый щит дополнительно содержит средство размещения электрического проводника, соответствующее

средству позиционирования электрического проводника на открытом конце станины, средство удержания амортизатора, соответствующее средству крепления амортизаторов на открытом конце станины, и средство размещения подшипника для размещения в нем свободно устанавливающегося опорного средства, причем свободно устанавливающееся опорное средство удерживают с помощью клея в требуемом положении в средстве размещения подшипника после обеспечения заданного ряда состояний между ними, воспроизводимого при повторении во множестве индивидуальных опорных средств во множестве индивидуальных средств размещения подшипника, несмотря на колебания размеров в каждом отдельном подшипнике, каждом отдельном замке и каждом отдельном средстве размещения подшипника.

Каждый фланец крепления содержит установочную часть, имеющую центральное отверстие и несколько образованных в ней средств крепления, и чашеобразную часть, имеющую верхний и нижний концы и внутреннюю и наружную поверхности и оперативно соединенную с центральным отверстием на ее нижнем конце, причем радиус верхнего конца больше, чем радиус нижнего конца, и поверхность чашеобразной части между верхним и нижним концами постепенно уменьшается от максимума на радиусе верхнего конца до минимума на радиусе нижнего конца, а верхняя концевая часть имеет выступающую часть (закраину), в результате чего при оперативной установке фланца на станину чашеобразная часть образует резервуар для приема клея и для обеспечения взаимодействия с активатором клея, нанесенным на внутреннюю поверхность чашеобразной части и/или наружную поверхность станины, в результате чего фланец и станина склеиваются друг с другом.

Конкретный иллюстрируемый структурированный электродвигатель, разработанный для конкретной модели автомобиля, содержит: две станины, отличающиеся только по осевой длине, три разных магнита, из которых два имеют одинаковый суженный конец и отличаются только по осевой длине, а третий магнит не имеет сужения, несколько разных валов, каждый из которых отличается от других его присоединительным (для соединения с объектом применения) концом, причем некоторые отличаются по длине, а другие по диаметру, отдельные листы, используемые в двух разных пакетах для образования сердечника, два разных коллектора, одну предпочтительную кольцевую щеточную траверсу, на которой установлены две разные обоймы для щеток и две разные щетки (по одной для каждой обоймы), ленточную пружину, установленную в каждой обойме для отжатия каждой щетки в направлении к коллектору, выбранному из двух разных коллекторов в соответствии с конечным применением, две опорные системы, свободно устанавливающаяся опорная система скольжения, используемая как в станине, так и в подшипниковом щите, и шариковая опорная система, используемая только в станине, одну распорную втулку,

оперативно соединенную с валом, одно амортизирующее средство для соединения узла кольцевой щеточной траверсы со станиной, один маслоотражатель, установленный на каждом конце вала (один у распорной втулки, а другой у коллектора), один единственный подшипниковый щит для всех применений, один из двух возможных штепсельных разъемов, выбранный в соответствии с конечным применением, и фланец крепления для каждого применения.

Настоящее описание касается также адгезионного соединения (склеивания) магнитов со станиной, адгезионного соединения коллектора с валом, адгезионного позиционирования и обеспечения заданного состояния в свободно устанавливаемом опорном средстве как в подшипниковом щите, так и в станине и адгезионного соединения фланца крепления со станиной двигателя.

Таким образом, цели настоящего изобретения состоят в: создании структурированного электродвигателя, содержащего максимальное число общих, оптимизированных по затратам простейших составных элементов электродвигателя, объединенных для обеспечения максимального числа применений, включая автомобильные применения, создании электродвигателя, требующего минимальных затрат на оснастку, создании электродвигателя с минимальной заводской себестоимостью, создании электродвигателя, создающего минимум шума, создании электродвигателя, имеющего пониженный крутящий момент магнитного сопротивления, создании электродвигателя, имеющего, по крайней мере, одну свободно устанавливающуюся опорную систему, создании электродвигателя, имеющего относительно постоянное контактное давление между щеткой и поверхностью коллектора на протяжении всего срока службы щетки, создании электродвигателя, имеющего цельную станину, содержащую, по крайней мере, одно гнездо для подшипника, создании электродвигателя, имеющего маслоотражатели, являющиеся частью узла якоря, создании электродвигателя, имеющего единую оптимизированную на ЭВМ конструкцию листа сердечника для множества разных применений, создании электродвигателя, в котором листы сердечника прикреплены к валу с использованием процесса индукционного нагрева, создании электродвигателя, имеющего якорь, отбалансированный до окончательной чистовой обработки коллектора, создании электродвигателя, имеющего узел кольцевой щеточной траверсы, который создает меньше шума, чем известные электродвигатели для автомобильных применений, создании электродвигателя, имеющего обоймы для щеток, точно расположенные на кольцевой щеточной траверсе, в результате чего взаимодействие между щеткой и коллектором вызывает меньший шум, чем у известных двигателей для автомобильных применений, создании электродвигателя, имеющего продолжительный срок службы щеток, создании электродвигателя, имеющего меньше задержек щеток в обоймах, создании электродвигателя, имеющего щетку, которая не попадает в пазы коллектора, создании

электродвигателя, имеющего щетку, которая быстро садится на коллектор, создании электродвигателя, имеющего свободно устанавливаемое опорное средство с предварительно обеспеченными в нем заданными состояниями, воспроизводимые при повторении во множестве индивидуальных составных элементов, несмотря на колебания размеров в разных индивидуальных составных частях опорного средства, создании электродвигателя, имеющего увеличенный срок службы подшипников, и создании электродвигателя, имеющего несколько фланцев крепления, приклеиваемых в соответствии с несколькими отличающимися друг от друга применениями.

На фиг. 1 перспективный вид в разобранном состоянии структурированного электродвигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения; на фиг.2 вид в разрезе (некоторые части вырваны) электродвигателя, показанного на фиг. 1; на фиг.3 часть показанного на фиг.2 разреза, иллюстрирующая шариковую опорную систему, используемую в применении к охлаждению двигателя транспортного средства; на фиг.4 сечение магнита, используемого в показанном на фиг.1 электродвигателе в применении к кондиционированию воздуха; на фиг.5 сечение магнита, используемого в показанном на фиг. 1 электродвигателе в применении к вентилятору охлаждения двигателя транспортного средства; на фиг.6 сечение магнита, используемого в показанном на фиг.1 электродвигателе в применении к отопителю; на фиг.7 - разрез частично выполненного якоря электродвигателя, показанного на фиг.1; на фиг.8 вид с торца по линии A-A на фиг.7; на фиг.9 вид сверху листов сердечника якоря, используемых в электродвигателе, показанном на фиг.1; на фиг.10 вид в разрезе чашеобразной части маслоотражателей, используемых в электродвигателе, показанном на фиг.1; на фиг.11 вид сверху кольцевой щеточной траверсы электродвигателя, показанного на фиг.1; на фиг.12 - частичный вид сверху обоймы для щетки, на котором показана ленточная пружина в требуемом положении в обойме щетки электродвигателя, показанного на фиг.1; на фиг.13 вид с торца обоймы щетки электродвигателя, показанного на фиг.1; на фиг.14 вид сверху типичной щетки, используемой в электродвигателе, показанном на фиг.1; на фиг. 15 вид сбоку щетки, показанной на фиг.14; на фиг.16 вид сверху внутренней части подшипникового щита электродвигателя, показанного на фиг.1; на фиг. 17 разрез по линии 10B-10B на фиг.16; на фиг.18 вид сверху свободно устанавливаемой опорной системы электродвигателя, показанного на фиг.1; на фиг.19 разрез показанной на фиг.18 свободно устанавливаемой опорной системы по линии 11B-11B; на фиг.20 вид сбоку (с альтернативным фланцем крепления в разрезе) электродвигателя, показанного на фиг.1; и на фиг.21 вид с торца показанного на фиг.20 электродвигателя по линии 12B-12B (некоторые части для ясности вырваны).

На фиг.1-21 показан один вариант электродвигателя в соответствии с настоящим изобретением, показанного в виде

структурированного электродвигателя с постоянными магнитами для различных автомобильных применений, обозначенного общей позицией 20. Этот конкретный электродвигатель 20 содержит станину 22, имеющую, по крайней мере, два соответствующих конкретному применению постоянных магнитных средства 24, оперативно установленных в ней с возможностью функционирования в качестве составной части статора электродвигателя 20, якорь 26 (фигуры 7 и 8), имеющий сердечник 28 из специально сконструированных листов 30, которые вместе с магнитными средствами 24 обеспечивают низкий крутящий момент магнитного сопротивления, оперативно соединены с высокоточным валом 32 с использованием метода индукционного нагрева, специально сконструированный коллектор 38, оперативно установленный на валу 32, узел 40 кольцевой щеточной траверсы, выполненный с возможностью изоляции колебаний от станины 22 и с возможностью расположения обойм 42, 44 щеток на узле 40 на одной линии друг с другом, в результате чего двигатель имеет удлинённый срок службы и создает меньше шума, причем узел 40 кольцевой щеточной траверсы содержит щеточные средства 48, оперативно установленные в обоймах 42, 44, а щетки прижаты к коллектору 38 посредством ленточной пружины 50, жесткий подшипниковый щит 54 для закрытия якоря 26 в станине 22 и для повышения собственной частоты колебаний, создаваемых двигателем 20, по крайней мере, одно свободно устанавливаемое опорное средство 60, оперативно установленное в подшипниковом щите 54 и, хотя это и не обязательно, в станине 22 для обеспечения самоустановки вала 32, и несколько предназначенных для конкретных применений фланцев 64, 64 крепления, каждый из которых оперативно соединяют посредством клея со станиной с обеспечением возможности установки двигателя 20 в требуемом положении для каждого конкретного применения, причем некоторые фланцы крепления имеют ребра 66 жесткости (фиг.21) для снижения вибрации путем повышения низкой собственной частоты колебаний, в результате чего сильно уменьшается зависящий от конструкции шум электродвигателя.

Как показано на фигурах 1, 2, 3, 20 и 21, чашеобразная станина 22 иллюстрируемого варианта имеет, по существу, цилиндрическую форму и вмещает в себя пару постоянных магнитов 24, выполненных предпочтительно в форме изогнутых прямоугольников.

Закрытая концевая часть станины 22 имеет выступ 68 с образованным в нем отверстием 70 для вала 32. Этот выступ 68 имеет гнездо 71 для размещения свободно устанавливаемого опорного средства 60 (фиг.2), в котором используют подшипник скольжения в применении к обгону и к кондиционированию воздуха, и предпочтительно шарикового опорного средства 60 (фиг.2) в применении к охлаждению двигателя транспортного средства (детали опорных средств 60 и 60' будут описаны ниже).

В закрытой концевой части станины

вблизи выступа 68 образовано несколько охлаждающих отверстий 72 (фиг.1) для охлаждения электродвигателя. Чтобы улучшить снижение шума, убраны охлаждающие отверстия в торце станины вблизи выступа 68 в зонах 74, 76, приблизительно соответствующих промежуткам 78, 80 между постоянными магнитами 24, потому что, как установлено, шум имеет тенденцию проходить вдоль по промежуткам 78, 80 между магнитами 24 и выходить через охлаждающие отверстия 72, которые могут быть расположены в местах, соответствующих промежуткам 78, 80.

Для обеспечения максимального уменьшения числа отдельных составных частей иллюстрируемого варианта сделано так, что промежутки между магнитами и зоны 74, 76 не точно соответствуют друг другу в любом из конкретных иллюстрируемых вариантов двигателя. Это вызвано разным расположением магнитов на их месте в станине из-за разного направления вращения вала относительно станины. Поэтому имеет место (хотя в идеале это не является предпочтительным) то, что при практическом применении небольшая часть одного из отверстий 72 перекрывает промежутки 78, 80.

Станина 22 имеет также отверстие 82 (фиг.2) для трубопровода (не показан), обеспечивающего возможность всасывания охлаждающего воздуха и направления его через внутреннюю часть станины поверх якоря 26. Отверстие 82, действуя совместно с охлаждающими отверстиями 72 в станине, способствует течению охлаждающего воздуха в описываемом двигателе 20.

Местоположение отверстия 82 (фиг.2) относительно узла 40 кольцевой щеточной траверсы важно и выбрано так, что воздух, входящий в отверстие 82, обтекает обоймы и находящиеся в них щетки, обеспечивая тем самым некоторое охлаждение этих составных частей.

В открытом конце 90 станины 22 выполнено несколько вырезов 84, 86, 88 для размещения нескольких (предпочтительно упругих) изоляторов (амортизаторов) 94 для оперативного соединения узла 40 кольцевой щеточной траверсы со станиной 22. Между двумя вырезами 84, 86 для амортизаторов узла щеточной траверсы выполнен дополнительный прямоугольный вырез 96 для размещения электрического соединителя (штепселя) 98.

Как при всяком реальном проекте, применение, вызвавшее разработку показанного электродвигателя, налагало некоторые физические ограничения. В частности, что касается станины, то пространство, имеющееся для размещения электродвигателей для различных применений, ограничивало диаметр двигателя до не более чем приблизительно 76 мм. Это ограничение габаритного диаметра двигателя закладывало исходные параметры конструкции двигателя.

Как хорошо известно, станина должна проводить магнитный поток и ее размеры назначают такими, чтобы она находилась на грани насыщения при минимальной толщине, в результате чего станина может проводить необходимой величины магнитный поток без избытка материала в ней. Таким образом, при ограничении диаметра показанного

электродвигателя толщина и длина станины (длину определяют как расстояние между отверстиями 72 для охлаждения воздушных промежутков и той частью средства 96 для размещения проводящего средства, которая наиболее близка к этим отверстиям для охлаждения) должны быть достаточны для пропуска необходимого для всей системы магнитного потока.

В показанном электродвигателе станине были заданы такие размеры, чтобы она была как можно меньше, чтобы она соответствовала имеющемуся пространству и в то же время имела минимальное количество содержащегося в ней материала, необходимое для эффективного пропуска требуемого магнитного потока.

В показанном электродвигателе, предназначенном для трех разных применений, оказались необходимыми, чтобы удовлетворить обоим требованиям (касающимся имеющегося пространства и пропуска магнитного потока), две станины, отличающиеся только по длине.

Как показано на фигурах 1, 2 и 4 6, магниты 24, используемые в показанном электродвигателе, изготовлены из традиционного магнитного материала. Магниты 24 (фиг.1) имеют обычную дугообразную форму, которая, по существу, соответствует внутренней поверхности 120 станины 22 (фиг.2). Каждый магнит 24 имеет среднюю часть 100, две концевые части 102, 104, наружную поверхность 106 и внутреннюю поверхность 108. Наружная поверхность 106, находящаяся в контакте с внутренней поверхностью 120 станины 22 (фиг.2), в каждом из магнитов, показанных на фиг.4 6, выполнена в соответствии с методом трех дуг. Этот известный метод изготовления постоянных магнитов, прикрепляемых к стенке станины, включает в себя использование двух разных радиусов окружности, что гарантирует наличие, по крайней мере, двух точек контакта между магнитом и стенкой станины. Является предпочтительным, чтобы в магнитах, используемых в показанном варианте, точки контакта были разнесены приблизительно на девяносто градусов и чтобы каждая точка была расположена приблизительно в сорока пяти градусах от центральной линии магнита. Эти точки приблизительно соответствуют местам 110, 112 на фиг. 4 6.

Как известно, местоположение точек 110, 112 контакта магнита со станиной будет несколько изменяться вследствие колебаний кривизны станины и магнита. Упомянутую технологию трех дуг используют для предотвращения качания магнита относительно станины. Как известно, стабильность положения установленного на станину магнита относительно сердечника якоря является очень важной для обеспечения постоянного воздушного зазора между сердечником 28 (или наружными поверхностями листов 30) и внутренней поверхностью 108 магнитов 24. Постоянный воздушный зазор между магнитами и листами сердечника якоря важен потому, что момент магнитного сопротивления чувствителен к результирующему воздушному зазору между магнитом 24 и сердечником 28 якоря 26 (результирующий воздушный зазор определяется как расстояние между

внутренней поверхностью 108 магнита 24 и наружной поверхностью сердечника 28). Момент магнитного сопротивления (момент прилипания ротора) определяется как крутящий момент, необходимый для поворота якоря, или импульсы крутящего момента, необходимые для вращения якоря 26, когда показанный электродвигатель 20 выключен.

В применении двигателя с вентиляторами для кондиционирования воздуха для отопителя внутренняя поверхность 108 магнита, как показано на фиг.4 и 6, толще в средней части 100 и сужена к концам 102, 104. Этот эффект сужения является результатом того, что внутренний радиус, соответствующий внутренней поверхности 108 магнита, отмеряют из иного центра 113, чем центр 114, используемый для отмеривания наружного радиуса, соответствующего наружной поверхности 106 магнита. Полученное в результате расстояние между точками 107, 115 больше, чем расстояние между точкой 116 на наружной поверхности 106 и точкой 117 на внутренней поверхности 108. В общем, как показано на фиг.4, 6, толщина магнитов является наибольшей между точками 107, 115 и постепенно уменьшается в обоих направлениях от центра 100 магнита к концам 102, 104.

Постепенное уменьшение толщины магнитов от центра 100 в направлении к каждому концу 102, 104, уменьшает момент магнитного сопротивления (момент прилипания ротора) электродвигателей, в которых оперативно установлены эти магниты, потому что воздушный зазор, или расстояние между внутренним диаметром магнитов и наружным диаметром сердечника якоря, увеличивается в направлении от центра 100 магнита, что обеспечивает возможность большего приближения величины энергии в воздушном зазоре к более постоянному значению, когда якорь 26 вращается.

Что касается магнита, используемого в электродвигателе, применяемом для охлаждения двигателя транспортного средства, то вследствие постоянного расстояния (как показано на фиг.5) между наружной поверхностью 106 и внутренней поверхностью 108 он имеет несколько более высокий момент магнитного сопротивления, что обеспечивает наличие большего магнитного потока в показанном электродвигателе, в результате чего двигатель работает более эффективно. В этом варианте желателен дополнительный момент магнитного сопротивления, чтобы якорь 26 не мог быть легко приведен в движение, когда двигатель выключен, или под действием воздуха, перемещающегося через радиатор (не показан) и через вентилятор (не показан), соединенный с показанным двигателем 20. Если бы воздух, движущийся через радиатор и вентилятор, заставлял вентилятор вращаться (авторотировать), то происходило бы выкачивание масла из подшипника 60 (фиг. 1), ближайшего к подшипниковому щиту 54, что могло бы привести к преждевременному выходу подшипника из строя. Кроме того, в противоположность применениям для отопления и для кондиционирования воздуха, шум, вызываемый вибрацией вследствие

пульсации крутящего момента, связанной с моментом магнитного сопротивления, не столь важен на фоне других шумов под капотом автомобиля.

Магниты 24 иллюстрируемого варианта, действующие вместе с другими составными элементами (такими, как станина) показанного электродвигателя, были оптимизированы по эксплуатационным качествам в зависимости от стоимости, размера и веса двигателя. Некоторыми из эксплуатационных характеристик показанного двигателя, влияющих на конструкцию магнитов, были: крутящий момент на валу двигателя при определенной частоте вращения (об/мин), момент магнитного сопротивления (прилипания ротора), ток при запуске двигателя, необходимый для размагничивания магнитов при данной температуре (данная температура для показанного электродвигателя равна или ниже минус сорока градусов С при 5% или меньшем размагничивании), максимальный КПД двигателя для всех применений при определенных интервалах для температуры окружающей среды, выходной мощности, входного напряжения и т.д. размеры и объем двигателя, масса двигателя, шум двигателя, срок службы (подшипников, щеток и т.д.), долговечность и другие факторы.

Другие параметры магнитов, изменяемые для достижения оптимальных стоимости, массы и объема в сравнении с эксплуатационными качествами, включают: наружный радиус в зависимости от угла дуги магнита; радиальная толщина магнита в зависимости от угла дуги; осевая длина, угол дуги, выбор состава материала магнита, радиальный воздушный зазор в зависимости от угла дуги и радиусы по краям, когда магнит суживается. Стоимость магнитов может быть математически выражена как непрерывная функция физических параметров, которые затем используют для предсказания эксплуатационных качеств магнита. Эти различные параметры, которые все взаимосвязаны и взаимозависимы друг от друга, оптимизируют для того, чтобы оптимизировать эксплуатационные качества магнита в сравнении со стоимостью.

Магниты 24 приклеивают к станине 22 в соответствии со следующим способом. Сначала удаляют пыль, масло и жир с наружной поверхности 106 магнита 24, входящей в контакт со станиной 22, и с внутренней поверхности 120 станины, входящей в контакт с наружной поверхностью магнита. После очистки нужных частей наносят на внутреннюю поверхность 120 станины 22 активатор клея, такой как предпочтительный активатор "Даймакс" 535, поставляемый ф."Даймакс", Чикаго, Иллинойс, и дают возможность испариться из него растворителям. На наружную поверхность 106 наносят два слоя клея, такого как предпочтительно "Даймакс" 20012, модификации А, и вводят магниты в контакт со станиной, в результате чего клей растекается и смешивается с активатором. Собранные части сжимают приблизительно на 60 секунд для обеспечения прочности скрепления. Магниты, закрепленные в соответствии с этим способом, должны иметь клей, покрывающий минимум 85 процентов площади наружной поверхности магнита.

Как показано на фигурах 1, 2 и 7 10, якорь 26, используемый в электродвигателе 20 содержит: один из нескольких относительно единообразных очень точно изготовленных валов 32, имеющих один конец 122 для установки в опорном средстве 60 подшипникового щита и другой конец 124, модифицированный в соответствии с конкретным объектом применения (таким, как вентилятор для радиатора кондиционера воздуха или отопителя), к которому оперативно присоединяют электродвигатель, определенное число сложенных в пакет и нагретых индукционным способом листов 30, образующих сердечник 28, оперативно установленный на валу 32, распорную втулку 126, оперативно установленную на валу 32 вблизи присоединительного (для соединения с объектом применения) конца 124, и коллектор 38, оперативно установленный на валу 32 вблизи устанавливаемого в подшипниковом щите конца 122 вала, обмоточную проволоку 125, намотанную через многочисленные пазы 128 в листах сердечника и соединенную с коллектором 38 посредством множества язычков 130, и изоляционный слой 132 эпоксидной смолы (фиг. 7, 8), нанесенной на листы 30, вал 32 и распорную втулку 126 посредством псевдооживленного слоя (не показан).

Предпочтительным материалом для распорной втулки является нейлон 66, имеющий то преимущество, что он может выдержать тепло в машине для нанесения изоляционного слоя эпоксидной смолы.

Как показано на фиг. 1, 7 9, каждый лист 30 сердечника содержит кольцевую часть 133 и множество зубцов 134, имеющих ширину T . Каждый зубец 134 имеет прямоугольную часть 136 и Т-образную часть 138 на наружной периферии листа. Каждая Т-образная часть 138 зубца листа имеет симметричные концы (части) 140, 142. Каждая концевая часть имеет ширину 143. Между двумя соседними зубцами 134 образованы пазы 128.

Показанный лист 30 имеет столько же зубцов 134, сколько и пазов 128. Пазы имеют ширину 129 между концевыми частями 140, 142, которая обеспечивает возможность введения обмоточной проволоки в каждый паз 128. В показанном листе имеется предпочтительно двенадцать пазов и зубцов.

Параметрами конструкции листа, изменяемыми вместе с другими параметрами показанного электродвигателя для получения оптимальной комбинации, включающей листы и конструкцию магнитов и т.д. являются: угловая ширина щели 129 паза между зубцами, радиальная ширина 143 конца зубцов, угол 135 дуги зубца в зоне воздушного зазора, ширина T_1 зубцов, число зубцов (12 в данном варианте), площадь паза 145, радиальная ширина кольцевой части (ярма) 133, наружный диаметр 147 листа, осевая длина сердечника 28 (состоящего из более чем одного листа), вес магнита, или разница в осевой длине между магнитом и сердечником (фиг. 2), внутренний диаметр листа (или диаметр вала), материала листа и толщина 31 листа.

Вышеуказанные параметры зависят от многих факторов, но наиболее важным фактором является величина требуемого магнитного потока и величина потока,

пропускаемого сталью листа. Широко известно, что сталь будет проводить определенную величину магнитной индукции вплоть до насыщения. В этот момент она больше не проводит поток, так что имеется компромисс между площадью 145 паза в зависимости от количества имеющейся стали, шириной T_1 и ярмом 133. Одним из важных ограничивающих факторов, касающихся размеров паза 128, является оптимизация площади 145 паза для размещения обмоточной проволоки в зависимости только лишь от насыщения стали. Цель состоит в минимизации ширины зубцов при максимальном увеличении площади 145 для размещения проволоки и максимальном увеличении величины магнитного потока, который сталь может провести.

Наружный диаметр 147 листа играет роль, состоящую в том, что он влияет на величину возможного потока, поскольку величина магнитного потока зависит от диаметра листа и диаметра электродвигателя. По существу, если поток насколько возможно близок к насыщению или лишь чуть-чуть избыточен, то должна быть достаточная площадь в зоне 145 для размещения обмоточной проволоки. Эти факторы определяют размеры листа, которые затем определяют значения других параметров. Все вышеупомянутые факторы оптимизируют для максимального уменьшения стоимости и величины в отношении наружного диаметра электродвигателя.

Что касается момента магнитного сопротивления (прилипания ротора), то угловая ширина щели 129 паза важна тем, что она должна быть максимально уменьшена и в то же время должна обеспечивать достаточное пространство для физической намотки обмоточной проволоки в пазы 128. Чем меньше ширина щели 129, тем меньше момент магнитного сопротивления. Толщина 143 концевых частей зубцов тоже важна, потому что при ее увеличении уменьшается момент магнитного сопротивления.

При выборе толщины 31 листа желательно иметь минимальное число листов, потому что более толстая сталь дешевле стоит. Но чем толще сталь, тем больше величина индуцируемых вихревых токов. В иллюстрируемом варианте толщина листа была оптимизирована как нечто среднее с учетом вихревых токов и стоимости.

Как и стоимость магнитов, стоимость листа может быть тоже математически выражена как непрерывная функция физических параметров, которые затем используют для предсказания эксплуатационных качеств листа. Все эти параметры взаимосвязаны и зависят друг от друга.

Чтобы собрать сердечник 28 на валу 32, листы 30 сначала собирают в пакет, образуя сердечник 28, подвергают индукционному нагреву, устанавливают на вал 32 и затем охлаждают, в результате чего они соединяются с валом 32 без коробления, как это иногда случается при прессовой посадке.

Конкретный способ соединения сердечника 28, содержащего множество листов 30, с валом 32 показанного электродвигателя 20 состоит в следующем. Определенное число (например 37 в одном из применений) листов располагают в

беспорядке и опять выравнивают. Каждый лист 30 имеет заусеницы пазов, обращенные в одну и ту же сторону. На пакет устанавливают перевернутый концевой лист, в результате чего заусеницы пазов и отверстия для вала оказываются обращенными внутрь. Высоту пакета свободно лежащих листов измеряют, приложив к листам осевое усилие, равное 20 фунтам (9 кг). Нагрузка может быть увеличена в случае, если получают осевую плотность, по крайней мере, приблизительно 0,535 фунтов на дюйм (примерно 0,1 кг на сантиметр). Уложенные в пакет и выровненные листы нагревают до температуры, обеспечивающей возможность вставления вала 28 со скольжением в пакет листов (предпочтительно температура находится в пределах от 900 °F до 1200 °F (482-649 °C), но не выше 1200 °F, если не используют инертную атмосферу, в этом случае температура не должна превышать приблизительно 1200 °F). После вставления вала 32 листы сжимают с достаточной силой, чтобы осевая плотность сердечника превышала приблизительно 0,35 фунтов на дюйм (0,065 кг на сантиметр). Эта сила, будучи достаточной для создания указанной плотности, не должна вызывать расхождения листов у наружного диаметра пакета. Зазор у наружного диаметра, обусловленный изгибом листов не должен превышать 0,18 мм. В течение описанного процесса листы удерживают вместе до тех пор, пока они не сядут плотно на вал 32.

Вал 32 вставляют в сердечник 32 предпочтительно концом 122 на стороне коллектора, причем при вставлении он не должен застревать. После вставления листы 32 должны быть охлаждены на воздухе, и концевой лист должен выдерживать без проворачивания крутящий момент, равный приблизительно 0,53 Н·м (75 унций·дюйм). После сборки опорные цапфы 144, 146 вала проверяют на сопрягаемость, а вал 32 проверяют на прямолинейность.

Обмоточную проволоку 128 оперативно наматывают в пазах 128 и оперативно соединяют с язычками 130, например, посредством сварки. После сборки и грубой отделки якорь 26 балансируют путем добавления точных количеств эпоксидной смолы (не показана) к обмотке в точно определенных местах и затем подвергают окончательной отделке. Указанная последовательность операций обеспечивает высокоточную балансировку якоря 26, превосходящую по точности балансировку, обеспечиваемую в известных электродвигателях, используемых в применении к автомобилю.

Одним из ключевых признаков электродвигателя в иллюстрируемом варианте является уменьшение крутящего момента магнитного сопротивления, т.е. крутящего момента, необходимого для вращения стальной конструкции в магнитном поле, в данном случае постоянных магнитов. Чем больше момент магнитного сопротивления, тем больше шум, создаваемый в результате вибрации конструкции. Электродвигатель в соответствии с настоящим изобретением обладает очень низкими уровнями момента магнитного сопротивления, что является результатом упомянутой выше оптимизации

конструкции комбинации станины, магнита и листа.

Как показано на фигурах 1, 7 и 8, коллектор 38 содержит одно непрерывное медное кольцо 148, которое свертывают вокруг изолятора 150 и затем обрезают до требуемого размера. Изолятор 150 предпочтительно изготавливают из фенольного материала и снабжают отверстием 152 для вала 32. Для неподвижного закрепления медного кольца 148, имеющего множество пазов 154, на изоляторе 150 предусмотрены лапки (не показаны). Коллектор 38 приклеивают к валу 32 путем нанесения активатора клея на поверхность отверстия 152 в изоляторе 150. Затем наносят клей на вал 32 и оперативно устанавливают коллектор 38 на вал. Адгезионное соединение важно тем, что позволяет избежать возможной деформации коллектора или вала, которая возможна при традиционной прессовой посадке коллектора на вал.

Для обеспечения установки коллектора 38 на вал 32 в надлежащем положении является важным выдерживать допуски на размеры как вала 32, так и отверстия 152 в коллекторе в строго определенных пределах.

После установки коллектора и сердечника на вал 32 двенадцать пазов 154 коллектора и двенадцать пазов 128 сердечника, несущих в себе обмоточную проволоку, образующую обмотку, должны быть для обеспечения надлежащего функционирования точно расположены относительно друг друга (фиг.8). Это расположение осуществляют с помощью средства для позиционирования коллектора 38 на валу 32 в таком положении, чтобы пазы 154 коллектора были надлежащим образом расположены относительно центральной линии 137 каждого зуба листов сердечника путем механического согласования относительных положений пазов 154 коллектора и зубцов листов сердечника до затвердевания клея, закрепляющего коллектор на валу.

Ввиду важности закрепления и точного расположения коллектора 38 на валу 32 коллектор 38, используемый в показанном электродвигателе, адгезионно соединяют с валом 32 в соответствии со следующим способом. Сначала важно обеспечить, чтобы отверстие 152 коллектора, которое будет введено в контакт с валом, и сам вал были очищены от пыли, масла и жира. Затем на поверхность отверстия 152 коллектора наносят активатор клея, предпочтительно такой, как "Даймакс" 535, и позволяют растворителям испариться. Коллектор частично надвигают на вал так, чтобы клей был распределен по всей длине коллектора 38, но не вытекал за пределы коллектора в зону маслоотражателя 156 и опорной цапфы 144. Наносят клей, предпочтительно такой, как "Даймакс" 328 VLV на фаску на том конце коллектора, где расположены лапки (язычки). Коллектор и вал поворачивают приблизительно на 90 градусов, чтобы смешать активатор и клей, и позволяют клею схватиться в течение минимум одной минуты. После этого детали помещают под ультрафиолетовый свет минимум на две минуты для отверждения клеевого соединения между коллектором и валом.

Как показано на фигурах 1 и 6,

маслоотражатели 156, 158 в показанном электродвигателе 20, которые ранее составляли часть опорной системы в традиционных автомобильных электродвигателях постоянного тока, являются частью якоря 26. Каждый маслоотражатель 156, 158 содержит чашеобразный элемент 160. Маслоотражатели 156, 158 оперативно устанавливаются на валу вблизи распорной втулки 126 и коллектора 38 соответственно. Чашеобразный элемент 160 имеет основной элемент 166 с выполненным в нем отверстием 168 и кольцевую часть 170, имеющую больший диаметр у наружной части 172 и кромочную часть 174.

Маслоотражатели 156, 158 расположены в показанном электродвигателе так, что, когда масло течет из опоры, оно попадает на чашеобразный элемент 160, вращающийся вместе с валом 32, и отбрасывается обратно в опору 60. Это увеличивает срок службы опоры и в сочетании с преимуществами свободно устанавливаемой опоры обеспечивает снижение шума и значительное продление срока службы электродвигателя.

Перед установкой на вал 32 маслоотражателя 156 устанавливают на вал 32 средство 175 компенсации осевого люфта. Средство 175 компенсации осевого люфта регулирует люфт вала до заданного допуска, обеспечивая тем самым надлежащее расположение присоединительного конца 124 вала.

Средство уменьшения осевых вибраций, которое содержит частично средство 177 компенсации осевого усилия, содержащее первую шайбу 162 (предпочтительно эластомерную или резиновую) и вторую шайбу 164 (предпочтительно наплатроновую), используют для обеспечения противодействия крутящему моменту предварительной нагрузки на опору в гнезде 71 станины, вызванному большим свесом магнита, или расстоянием между торцом сердечника 28 и торцом магнита 24 (см. фиг. 2) той части магнитов и сердечника, которая расположена ближе всего к концу 124 вала. Величина свеса магнита для каждого из трех иллюстрируемых применений своя.

Средство 177 компенсации осевого давления используют для обеспечения предварительной нагрузки или смещенного начального положения якоря относительно магнитов. Естественную склонность якоря перемещаться в направлении к одному концу под действием предварительной нагрузки от магнитов используют для обеспечения давления на опорную систему 60 вблизи присоединительного конца 124 вала 32. Это индуцированное давление первоначального смещения сильно ограничивает осевое перемещение якоря между двумя опорными средствами и тем самым уменьшает шум, который обычно является результатом осевого перемещения якоря.

Осевое положение магнитов 24 в станине относительно сердечника 28 определяет величину действующей на опору в станине смещающей силы, которая обеспечивает осевую стабилизацию якоря между двумя опорными средствами.

Для максимального уменьшения шума, связанного с взаимодействием наплатроновой шайбы 164 и подшипника 228

скольжения, поверхность подшипника 228, находящуюся в контакте с шайбой 164, сжимают, предпочтительно на четыре градуса, благодаря чему создаваемый ими шум уменьшается в месте контакта подшипника с шайбой вследствие контактного проскальзывания между подшипником и шайбой во время вращения вала. Под большой осевой нагрузкой упорные шайбы приспособляются к опорной поверхности, обеспечивая постоянное давление.

Как показано на фигурах 13 и 11-15, узел кольцевой щеточной траверсы, используемый в показанном электродвигателе 20, содержит кольцевую щеточную траверсу 176, предпочтительно изготовленную из изоляционного материала (такого, как пластмасса или предпочтительно слоистый фенопласт) и имеющую несколько D-образных пазов 178, точно выполненных в ней, и по крайней мере три средства 180 крепления амортизатора 94, оперативно соединяемых со станиной 22. К траверсе 176 оперативно присоединены с использованием нескольких D-образных пазов 178, по крайней мере, две обоймы 42, 44 для щеток. В обоймы вставлены две щетки 48, каждую из которых отжимают в направлении к коллектору 38 посредством ленточной пружины 50 кручения. Соединительное средство, или медный провод (гибкий проводник), 205 соединяет каждую щетку 48 с электрическим проводящим средством, или штепсельной вилкой 98.

В предпочтительном варианте узла 40 кольцевой щеточной траверсы в показанном электродвигателе 20 обоймы 42, 44 выполнены, по существу, прямоугольными по форме и имеют две боковые стороны 182, 184 и верхнюю поверхность 186. Хотя, как показано, траверса 176 служит в качестве нижней поверхности каждой обоймы 42, 44, тем не менее очевидно, что каждая обойма 42, 44 может иметь свою собственную нижнюю часть, выполненную как одно целое с ней.

Поскольку относительное расположение между щетками 48 и кольцом 148 коллектора важно в отношении уменьшения шума и в отношении плавной и эффективной работы самого электродвигателя, то позиционирование обойм 42, 44 щеток на траверсе 176 тем более важно. Так как щетки могут дребезжать, перемещаясь по обойме, или могут завестись в обойме, что приведет к увеличению шума или к нарушениям нормальной работы двигателя, то установка обойм 42, 44 щеток на траверсе 176 является важным делом.

Как показано на фигурах 11, 13, обоймы щеток имеют точно заданные размеры и предпочтительно имеют, по крайней мере, четыре элемента 188 для вставления в точно расположенные D-образные пазы 178 на траверсе 176. Элементы 188 располагают затем на траверсе 176 (удерживая обойму 42, 44 в заданном положении) таким образом, чтобы их сначала загнуть на прямолинейную часть 190 D-образного паза и затем обжать без приложения усилий к самой траверсе 176. В частности, части элемента 188, наиболее близкие к траверсе 176, не находятся в фрикционном контакте с ней, потому что в процессе обжатия между концами элементов и поверхностью траверсы вставляют средства

для предотвращения непосредственного контакта между траверсой 176 и концом 192 элементов, так что поверхностный фрикционный контакт между элементами 188 и траверсой 176 не имеет места. Кроме того, при осуществлении процесса обжатия в обоймы вставляют средства, обеспечивающие размерную целостность обойм при обжатии элементов 188. Это предотвращает излишнее затягивание обоймы в траверсу 176 и предотвращает искажение осевой длины обоймы на том и другом конце.

Несколько (предпочтительно четыре) элементов 188 для вставления в D-образные пазы 178 на кольцевой щеточной траверсе 176 отходят от нижней части двух боковых сторон 168, 184. Эти элементы 188 обеспечивают эффективное приспособление их к траверсе 176 для точного расположения обойм щеток на траверсе 176 без создания напряжений в траверсе 176. Это обеспечивается суживающейся к концу формой элементов 188, когда кончики 192 элементов 188 более узки, чем верхняя часть 193, более близкая к стенкам 182, 184. Поэтому при вставлении элементов 188 в пазы 178, концы 192 проходят через них, не проникая в траверсу 176 и не входя в контакт с ней, но на конечной стадии установки, по крайней мере, часть всей суженной части входит в контакт с траверсой 176 и, по крайней мере, частично проникает в верхнюю ее поверхность.

Описанное выше обеспечивает точное расположение каждой обоймы 42, 44 на траверсе 176 без напряжения траверсы 176 в результате последующего обжатия при загибании элементов 188, так что имеется минимальный (если имеется) фрикционный контакт между поверхностями элементов, наиболее близкими к нижней поверхности траверсы, и нижней поверхностью траверсы. Другими словами, элементы 188 загибают, обеспечивая точное расположение обойм 42, 44 щеток на траверсе 176 без приложения усилий больше тех, что необходимы для закрепления обоймы в требуемом положении, и в то же время с сохранением внутренних размеров обоймы, благодаря чему щетки не будут чрезмерно дребезжать вследствие очень свободной посадки или застрять в обойме из-за плотной посадки в ней.

С двух сторон каждой обоймы для щеток отходят приблизительно под углом 90 градусов выступы 194, представляющие собой вырезанные части боковых стенок 182, 184 обоймы, после отгибания которых остается два паза для размещения и поддержания спиралей 198 ленточной пружины 50.

Очевидно, что (хотя это и не показано) для установки ленточных пружин на траверсе могут быть использованы и другие установочные средства, такие как выступ или стойка на траверсе для размещения спиралей 198 пружин.

В верхней стенке каждой обоймы 42, 44 образован паз 200 для размещения соединительного средства 205 каждой щетки 48, которое затем соединяют с проводящим средством 98.

Как показано на фиг. 13, для уменьшения до минимума накопления мусора (такого, как угольная пыль) в обойме, в зонах вблизи

обоймы или между щеткой и обоймой обойма, используемая в электродвигателе, не имеет ни передней, ни задней стенки. Кроме того, боковые стенки обоймы имеют средние части 202, 204, приблизительно соответствующие выступам 194 и образующие проходы с обеих сторон щетки, когда она установлена в обойму. Эти проходы образуют пространство для размещения ленточной пружины и в сочетании с открытой задней частью щетки предотвращают чрезмерное накопление угольной пыли или других остатков, которые могут помешать надлежащему перемещению щетки в обойме. Но, может быть, более важно то, что части 202, 204 делают каждую обойму более жесткой, что максимально уменьшает вибрацию и, следовательно, шум.

Места соединения левой стенки 184 и правой стенки 182 каждой обоймы щетки с верхней стенкой 186 имеют настолько точный размер, что щетка 48 удерживается в относительно неподвижном положении относительно коллектора 38. Кроме того, благодаря надлежащему расположению элементов 188 левой стенки 184 и правой стенки 182 в D-образных пазах 178 образуется зазор между боковыми стенками обоймы и щеткой, в результате чего щетка может свободно перемещаться в обойме, оставаясь в довольно точном положении относительно коллектора.

Что касается других составных частей электродвигателя, то для получения оптимальных комбинаций и подкомбинаций могут быть изменены самые разные параметры. В случае узла кольцевой щеточной траверсы к размерам и параметрам, которые считаются подходящими для специфической конструкции электродвигателя в соответствии с настоящим изобретением, относятся радиальная длина обоймы щетки, осевой габарит со щеткой, угловой габарит со щеткой, радиальный наклон обоймы (конструкции с наклоном против вращения или в сторону вращения коллектора), расстояние от обращенной к коллектору стороны обоймы до сердечника, длина обоймы по сравнению со щеткой, материалы и толщина траверсы и обоймы, технология установки траверсы, снабженной обоймами, промежуток между обоймой и шунтом, теплоотвод от щетки (ориентация и местоположение обоймы), установление размеров для правильной электрической нагрузки (амперы на квадратный дюйм), материалы, твердость по Шору и местоположение амортизаторов, предназначенных для виброизоляции и установки в требуемом положении кольцевой щеточной траверсы, и смещению оси щетки относительно оси магнита.

В случае выполнения обоймы щетки как одно целое с щеточной траверсой необходимо образование в ней проходов, подобных тем, что образованы в показанной отдельной обойме. Думается, что такая новая обойма (без выступов 194), имеющая четыре стенки (траверса 176 не была бы нижней стенкой), лучше всего уменьшала бы шум и была бы более компактной, чем конструкция, показанная на фигурах 12 и 13. Пружину не вставляли бы в паз, а удерживали на месте посредством клемм на самой траверсе.

Важно, чтобы показанной обойме щетки

тепло, генерируемое в результате взаимодействия щетки и коллектора, излучалось так, чтобы оно могло быть отведено в соседние с ней зоны или в окружающее пространство. Поскольку пластина является изолятором тепла, то в настоящее время предпочтительным материалом для обоймы является металл. Однако приемлемым был бы любой материал, обеспечивающий возможность соблюдения необходимых точных размеров и возможность излучения и рассеяния тепла.

На фигурах 13, 14 и 15 показана щетка 48 иллюстрируемого электродвигателя. Щетка 48 предпочтительно содержит медно-графитовую смесь. Каждую из щеток 48, когда они вставлены в каждую обойму 42, 44 оперативно выталкивают из обоймы 42, 44 посредством ленточной пружины 50 кручения, которая обеспечивает почти постоянное усилие прижатия каждой щетки 48 к коллектору 38 в течение всего срока службы щетки. Это постоянное усилие, видимо, обусловлено кривизной спиралей 198 ленточной пружины.

Щетки 48, по существу, прямоугольны по форме. Торец 206 щетки 48, который входит в перпендикулярном направлении в контакт с коллектором, скошен и потому первоначально имеет одну концевую часть 208 более длинную, чем другая часть 210. Скос 212 расположен на задней стороне, в результате чего момент сил относительно точки опоры амортизатора 94 максимально уменьшен, иначе траверса стремилась бы согнуться. Скосы противоположащих щеток прошлифованы в них в разных направлениях для обеспечения более плавного взаимодействия между щитками и коллектором и, следовательно, создания меньшего шума.

При данной конструкции щетки одна щетка оставляет следы на коллекторе, а другая очищает этот остаток с коллектора, что уменьшает шум, создаваемый в результате взаимодействия между коллектором и щетками.

Как показано на фигурах 1, 14 и 15, к щетке 48 присоединяют проводящее средство (медный гибкий проводник) 205 таким образом, что при вставлении щетки в обойму гибкий проводник 205 входит в паз 200. Состав и размеры гибкого проводника выбирают так, чтобы создать путь очень низкого сопротивления, в результате чего он не сгорает при перегреве и действует как теплоотводящее средство для отвода избыточного тепла от щеток в другие зоны, где оно может быть лучше рассеяно. Поскольку щетки становятся очень горячими от сил трения и омических потерь и нужно предотвратить перегрев обойм и узла кольцевой щеточной траверсы в целом, то требуется средство для отвода избыточного тепла, и гибкие проводники 205 кроме того, что они проводят ток, отводят также некоторую часть тепла от вышеупомянутых частей электродвигателя.

Так как ленточная пружина 80 действует с почти постоянной силой, то, для того чтобы щетка 48 быстро приработалась, скошенную концевую часть 208, которая первоначально входит в контакт с коллектором 38, несколько удлиняют. Это приводит к созданию очень высокого начального давления между

поверхностью щетки и поверхностью коллектора на относительно малой площади поверхности контакта коллектора со щеткой, что обеспечивает первоначально создание очень большой силы на единицу площади поверхности.

Поскольку известная практика для двигателей автомобильного применения предполагала приработку щеток к коллектору в результате механического износа, некоторые щетки не прирабатывались должным образом даже после длительного срока эксплуатации из-за разнообразия нагружения в применениях. Это было подтверждено профилометрическим испытанием большого числа щеток, которое показало, что они прирабатывались по нескольким разным радиусам и имели радиус истинного профиля и один или два радиуса, приработанных во время эксплуатации. Эти разные радиусы предопределяли неустойчивость щеток и потенциальный шум щеток, связанный с динамическими характеристиками.

Для того чтобы предотвратить неравномерную приработку и тем самым исключить возможность чрезмерного шума щетки, щетку 48 шлифуют почти точно до размеров коллектора. Это уменьшает период приработки и вибрацию щетки, что дает в результате более тихо работающий двигатель.

Кроме того, щеткам придают почти окончательную форму, максимально уменьшая тем самым время приработки щеток до конфигурации, обеспечивающей линейный контакт, что дает в результате более низкие уровни шума от щеток.

Важно иметь на щетке гладкую поверхность, первоначально входящую в контакт с коллектором. Это гарантирует правильное истирание щетки на коллекторе. Такую поверхность получают путем шлифования торца щетки, входящего в контакт с коллектором, чтобы охватить центральную линию якоря, так чтобы щетки могли перемещаться к боковым сторонам обойм, причем шлифовальные круги всегда вращают в том же направлении, в каком вращают коллектор в конкретном собираемом двигателе.

Контуры щетки таковы, что щетка будет теперь прилегать к коллектору. Обычно щетку всегда шлифуют по радиусу, немного большему, чем радиус коллектора, в результате чего щетка входит в контакт с коллектором непосредственно в середине дуги щетки.

Как показано на фиг.15, ширина щетки равна ширине дуги 148 (см. фиг.8) коллектора плюс двух пазов 154 коллектора с той и другой стороны дуги. Это делают для того, чтобы предотвратить действие края щетки как нажимного острья, которое немного опускается, когда коллектор прокатывается под ним, и затем подпрыгивает, когда попадает в паз с другой стороны дуги, и чтобы обеспечить достаточное время для завершения явления коммутации, определяемого как реверсирование тока в катушке, коммутируемого каждой щеткой в любой данный момент. Если бы щетка качалась, это вызывало бы в кольцевой щеточной траверсе 176 вибрацию, создающую шум.

Так как щетка выполнена из более мягкого и более пористого материала, чем коллектор, то щетка имеет склонность сжиматься и втекать в паз коллектора. Когда ширина щетки относительно коллектора равна или предпочтительно больше дуги коллектора плюс два паза коллектора, поперечная устойчивость другой щетки будет выше и щетка не будет сколь-нибудь сильно качаться на коллекторе.

Параметрами щетки, изменяемыми для обеспечения минимальной стоимости при максимальном КПД описанного электродвигателя, являются: длина, ширина и толщина щетки, материал и состав, размер шпунта, местоположение и жесткость, диаметр контура и скос кромки.

Поскольку одной из основных целей настоящего изобретения является снижение шума электродвигателя и поскольку имеет место создание шума между язычками коллектора и обоями узла кольцевой щеточной траверсы, то расстояние между язычком коллектора и верхом обоям должно быть оптимизировано так, чтобы был максимально уменьшен шум типа шума при выключении вентилятора. Этот шум создается всякий раз, когда язычок проходит мимо обоймы, вследствие вызываемого вращающимся язычком перемещения воздуха, ударяющего в обойму. Для того чтобы уменьшить этот шум, обойму щетки отодвигают на достаточное расстояние для того, чтобы устранить или сильно уменьшить шум, создаваемый в результате вращения язычка, но все же не настолько далеко, чтобы нужно было дополнительно увеличивать длину электродвигателя или коллектора.

Кроме того, долговечность щеток зависит от радиального зазора между самими обоями щеток и коллектором, который (зазор) должен быть таким, чтобы щетки сохраняли свободу перемещения в обойме: относительно обоймы, но перемещение щетки туда и обратно относительно коллектора было сведено к минимуму с уменьшением тем самым опасности заклинивания щетки в обойме, что и обеспечивают путем предотвращения выхода щетки из обоймы настолько далеко, чтобы мог образоваться чрезмерно большой угол между щеткой и обоймой.

Как показано на фиг.1 3, 16 и 17, подшипниковый щит 54 содержит формованную (предпочтительно металлическую) деталь, имеющую несколько элементов 56 жесткости, несколько соединительных элементов 57, 58, 59 для взаимодействия с открытым концом 90 станины 22, вырез 214 для размещения проводящего средства 98 и выступ 216 для размещения свободно устанавливающегося опорного средства 60. Форма подшипникового щита 54 такова, что при сопряжении соединительных элементов 57, 58, 59 с соответствующими частями 84, 86, 88 станины получают в результате наружный корпус электродвигателя. Подшипниковый щит 54 оперативно соединяют со станиной 22 предпочтительно путем зачеканивания элементов 217 на каждом их конце (фиг.21).

Одним из признаков настоящего изобретения является выбор материала, используемого для изготовления подшипникового щита. Поскольку, когда опорное средство 60 установлено в

надлежащем виде в гнезде 218 в подшипниковом щите, является желательным максимально уменьшить пружинение, то используют относительно низкоуглеродистый малопружинящий материал, такой как AISI 1010 AKDQ.

Как показано на фиг.16, гнездо 218 опорного средства находится с внутренней стороны выступа 216 и содержит три площадки 220, 222, 224 для взаимодействия с подшипником 228 скольжения опорного средства 60. Эти площадки 220, 222 и 224 и их важность для свободно устанавливающегося опорного средства 60 будут подробно описаны ниже.

Одним ключом к решению вопроса о свободно устанавливаемом опорном средстве 60 показанного электродвигателя являются способ и материал, используемые для установки опорного средства 60 как в гнезде 71 для опорного средства в станине, так и в гнезде 71 для опорного средства в станине, так и в гнезде 218 для опорного средства в подшипниковом щите.

Как показано на фигурах 1, 2, 18 и 19, опорное средство 60, используемое в подшипниковом щите 54 и во всех, кроме одного, применениях в гнезде 71 в станине, является, в противоположность традиционному самоустанавливающемуся опорному средству, свободно устанавливающимся опорным средством. Свободно устанавливающимся опорным средством является такое, в котором подшипник 228 под действием очень малых сил самоустанавливается так, что работает в положении, при котором между опорной цапфой на валу 32 и самим подшипником образуется надлежащий равномерный зазор. Поскольку является желательным, чтобы опорные системы двигателя требовали очень небольшого усилия для самоустанавливания подшипников, то чем меньше усилие, необходимое для надлежащего самоустанавливания подшипников, тем более равномерно распределение масляной пленки по валу 32, а если масляная пленка равномерная, то утечка масла из опорных систем будет минимальной для данной конкретной силовой нагрузки. Одно из преимуществ свободно устанавливающегося подшипника состоит в том, что значительно уменьшается утечка смазки, что увеличивает срок службы подшипника.

Как было указано выше, одно из основных различий между традиционным самоустанавливающимся опорным средством и свободно устанавливающимся опорным средством 60 в показанном электродвигателе заключается в материале, используемом для замка 230. Обычно использовали пружинную сталь, но замок 230 показанного опорного средства изготавливают из очень жесткой и прочной конструкционной стали, предпочтительно (для конкретно показанного электродвигателя) AISI 1010 AKDQ, которая при гибке позволяет получить более единообразную форму замка, что обеспечивает повторяемость однообразного опорного средства 60.

Другим ключом к повышению эксплуатационных качеств свободно устанавливающегося опорного средства 60 является создание ряда известных состояний в каждом опорном средстве 60, которое

закрепляют в том или ином положении, соответствующем этим желаемым состояниям. Это находится в противоречии с традиционными опорными системами, в которых обеспечивают сначала относительное положение опорного средства в гнезде в подшипниковом щите или станине, и любые состояния, являющиеся результатом относительного положения, блокируются в них. Опыт показал, что в традиционных опорных системах блокируется очень много состояний для одного и того же относительного положения из-за (помимо других факторов) геометрии подшипника, геометрии гнезда, эксцентricности и геометрии замка (все имеют определенные допуски и размерные отклонения от нормы).

Свободно устанавливаемое опорное средство 60, используемое в показанном электродвигателе, содержит подшипник 228 скольжения, который оперативно устанавливают в гнездо 71 или 218, и замок (держатель) 230 подшипника. Конструкция, как показано, является свободно устанавливаемой, но ограничена от вращения тем, что замок 230 и подшипник 228 имеют несколько элементов 232 в подшипнике 228 и несколько соответствующих препятствующих вращению элементов 234 в замке 230 для предотвращения вращения подшипника скольжения, но не мешающих подшипнику свободно устанавливаться.

Замок 230 подшипника имеет три площадки 236, 238, 240, являющиеся зеркальным изображением трех площадок 220, 222, 224, расположенных на дне гнезда 218, в котором установлен подшипник скольжения. Путем измерения было установлено, что важно, чтобы площадки 236, 238, 240 на замке и площадки 220, 222, 224 в гнезде в подшипниковом щите не были расположены соосно, для того чтобы обеспечить большее перемещение подшипника. Указанные шесть площадок гарантируют, что площадь контакта между подшипником и гнездом и площадь контакта между подшипником и замком обеспечивают подшипнику возможность легко устанавливаться, причем с сохранением положения подшипника при приложении к валу нагрузки. Фактически шесть площадок гарантируют постоянный контакт с подшипником и равномерное распределение усилий от подшипника к подшипниковому щиту и замку.

Показанное свободно устанавливаемое опорное средство 60 устанавливают в опорные гнезда 71, 218 станины 22 и подшипниковый щит 54 соответственно и затем закрепляют на месте посредством эпоксидного клея. Сразу после помещения опорного средства 60 в то или другое гнездо 71, 218 с эпоксидным клеем на поверхностях подшипникового щита или станины и замка 230 прилагают усилие, признанное достаточным для посадки замка и подшипника в гнездо, после чего прилагают второе усилие. В течение этого периода эпоксидный клей первоначально схватывается и ему позволяют отвердеть. Как только клей схватился, замок и подшипник оказываются зафиксированными в выступе (гнезде), с заданными состояниями, созданными посредством приложенного

усилия. Первоначальная адгезионная связь между поверхностью замка и поверхностью гнезда достаточна для сохранения заданных состояний и обеспечивает возможность дальнейшей обработки подшипникового щита или станины, в то время как эпоксидный клей, удерживающий в них опорную систему, полностью затвердевает.

Думается, что создание и сохранение заданных состояний обусловлено тем, что обеспеченная эпоксидным клеем связь между замком и средством размещения подшипника (гнездом) свободно подвешивает замок, пока он был предварительно нагружен, и тем самым компенсирует все отклонения размеров в каждом составном элементе, таком как подшипник, замок подшипника и средство размещения подшипника, т.е. гнездо. После установки опорного средства в гнездо подшипник может самоустанавливаться на валу, поскольку вся опорная система может плавать, пока эпоксидный клей затвердевает, причем никаких больших контактных усилий между подшипником и замком не создается, и эпоксидный клей заполняет зазоры и схватывается под заданным усилием, точно обеспечивая заданный ряд состояний.

В показанном электродвигателе сила трения между подшипником и вращающимся валом не столь велика, чтобы противостоять крутящему моменту, и подшипник 228 без ограничивающих вращение лапок 234 будет вращаться в замке 230, в результате чего будет изнашиваться наружная периферия подшипника. Подшипник закреплен в гнезде посредством замка свободно, но все достаточно плотно, чтобы обеспечить ему возможность свободно устанавливаться.

Свободно устанавливаемое опорное средство закрепляют в гнезде в соответствии со следующим способом. Сначала гнездо, подшипник и замок подшипника нужно очистить от пыли, грязи и жира. На наружный диаметр 230 и на рабочую поверхность гнезда 71, 218 в станине или подшипниковом щите наносят активатор клея, предпочтительно такой, как активатор "Даймакс" 535. На наружный диаметр замка 230 и закрытый конец наносят слой клея, предпочтительно такого, как клей "Даймакс" 628 VT. Сразу же после нанесения слоя "Даймакса" 628 VT детали собирают вместе, поворачивая замок приблизительно на 60 градусов относительно гнезда, для того чтобы смешать клей и активатор. Затем к замку прилагают осевое усилие, предпочтительно примерно 40 футов (18 кг), на приблизительно две-три секунды и предпочтительно давление около 3,5 фунтов (1,6 кг) на остальные пять минут общего времени первоначального схватывания. В конце пятиминутного периода опорную систему с первоначально схваченным клеем помещают под ультрафиолетовый свет для отверждения примерно на две минуты, для того чтобы высушить клей, не отвержденный посредством активатора.

Как показано на фиг.3, в применении к охлаждению двигателя транспортного средства используют опорную систему 60. Как показано, в опорное гнездо 71 установлен шарикоподшипник 228 и затем зачеканен в требуемом положении, в котором его удерживают посредством четырех усов 231, вычеканенных под углом $30^{\circ} \pm 5^{\circ}$ к

внутренней стенке выступа 68.

При закреплении шарикоподшипника в требуемом положении в гнезде важно, чтобы все четыре уса 231 были вычеканены одновременно, чтобы гарантировать отсутствие радиального или осевого перемещения подшипника и замка подшипника. Что касается свободно устанавливающегося подшипника в соответствии с настоящим изобретением, то при зачеканке замка 230 в требуемом положении он чувствителен к давлению в противоположность чувствительности к перемещению, поэтому перед зачеканиванием к шарикоподшипнику и замку прилагают некоторое усилие. Эта операция оказывает действие, аналогичное приложению давления к подшипнику 248 скольжения свободно устанавливающегося опорного средства 60, удерживаемого посредством клея в гнезде. После зачеканивания для испытания на выдавливание к внутреннему торцу шарикоподшипника прилагают осевое усилие величиною 5 фунтов (2,27 кг) в направлении к открытому концу станины, для того чтобы убедиться, что процесс зачеканивания был эффективным.

Как показано на фигурах 1, 20 и 21, два типичных фланца 64, 64' крепления из нескольких фланцев крепления, используемых с электродвигателем в соответствии с настоящим изобретением, оперативно присоединяют к станине 22 посредством эпоксидного клея. Фланцы 64, 64' являются единственной деталью двигателя, которая является сейчас особой для каждого применения. В частности, в данный момент каждая конструкция, к которой присоединяют показанный двигатель, отличается от других, а это требует иного фланца крепления для каждого применения.

В общем, каждый фланец крепления представляет собой штампованную металлическую деталь, причем некоторые из них имеют несколько ребер 66 жесткости (фиг.20 и 21), образованных в них для повышения низкой частоты свободных колебаний металла, с тем чтобы уменьшить шум от конструкции двигателя.

Фланец 64 (в применении к охлаждению двигателя транспортного средства) или 64' (в применении к кондиционированию воздуха или к отопителю) содержит установочную часть 242, имеющую выполненные в ней крепежные средства 244, и чашеобразную часть 246, образованную по окружности вокруг центрального отверстия 248, в которое входит станина 22. Эта чашеобразная часть 246 имеет больший радиус от центра отверстия 248 на одном конце 250 и постепенно суживается до меньшего радиуса в точке 252, которая лежит приблизительно на окружности станины 22 (фиг.20).

Одна из особенностей данного соединения станины с фланцем состоит в необычном способе присоединения каждого фланца 64, 64' к станине 22. Как показано на фиг.20, при установке фланцев на станину 22, между наружной поверхностью 256 станин 22 и внутренней поверхностью 258 чашеобразной части 246 фланцев 64, 64' образуется резервуар 254 (фиг.20) для эпоксидного клея. Эта конкретная конструкция обеспечивает удержание эпоксидного клея в

резервуаре во время поворота станины относительно чашеобразной части 246 в процессе изготовления для соединения каждого фланца 64, 64' крепления со станиной электродвигателя и для отверждения клея.

На каждом фланце 64, 64' оперативно устанавливают средство 260 для надлежащего расположения фланца относительно станины 22 для каждого конкретного применения. Это гарантирует надлежащее расположение каждого крепежного средства 224 для каждого применения.

Во время этой операции сборки наружная поверхность 256 станин 22 и/или внутренняя поверхность 258 чашеобразной части 246 фланца имеют нанесенный на них активатор клея. При повороте их относительно друг друга после введения эпоксидного клея в резервуар имеет место адгезионный контакт между зонами наружной поверхности станины электродвигателя вблизи внутренней поверхности чашеобразной части фланца. Как оказалось, эта адгезионная связь вполне удовлетворительна.

При прикреплении фланца к станине поверхности фланца и станины очищают от загрязнений и затем наносят активатор клея (такой, как предпочтительно "Даймакс" 535) на внутренний диаметр фланца и на наружный диаметр станины именно там, где будет закреплен фланец, после чего дают достаточное время для испарения растворителей из активатора. Затем в месте, где останавливают юбку чашеобразной части фланца, наносят слой клея, предпочтительно такого, как гель "Даймакс" 602. Сразу же после нанесения клея фланец устанавливают на станину, поворачивая его приблизительно на 90 градусов относительно станины для смещения активатора и клея, после чего их удерживают в поворотном приспособлении в надлежащем для конкретного применения положении в течение времени, достаточного для первоначального схватывания смеси активатора и клея (предпочтительно около трех минут). После этого соединенный узел помещают под лампу для сушки клея, не отвержденного посредством активатора.

Изделия и приемы, описанные выше, представляют собой предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения, но понятно, что эти конкретные изделия и способы не ограничивают настоящего изобретения и что возможны различные изменения в них в пределах объема изобретения, определенного в прилагаемой формуле изобретения.

Формула изобретения:

1. Динамоэлектрическая машина постоянного тока, содержащая станину, подшипниковый щит, прикрепленный к ней, постоянные магниты, закрепленные на станине, установленные на валу сердечник якоря из листов с пазами, в которых расположена обмотка, и коллектор, имеющий электрически проводящую часть с пазами, узел щеточной траверсы, имеющей по крайней мере две щетки, соединенные с проводящими элементами, два опорных средства, каждое из которых включает подшипник, установленный в держателе, одно опорное средство расположено в станине, а другое в подшипниковом щите, отличающаяся

тем, что постоянные магниты закреплены на станине посредством клея, по крайней мере опорное средство в подшипниковом щите выполнено самоустанавливающимся с обеспечением свободного центрирования подшипника с валом, а держатели опорных средств закреплены к станине и подшипниковому щиту при помощи клея, щеточная траверса имеет кольцевую форму, между подшипниковым щитом и станиной закреплен набор изолирующих элементов, соединенных с узлом кольцевой щеточной траверсы для упругого поддержания последнего внутри станины, при этом к станине прикреплен с помощью клея монтажный фланец, расширяющийся по окружности относительно нее, для присоединения машины к любому из нескольких объектов применения.

2. Машина по п. 1, отличающаяся тем, что щетки прижаты к коллектору при помощи ленточных пружин, обеспечивающих приблизительно постоянные силы, действующие на щетки.

3. Машина по п. 1 или 2, отличающаяся тем, что по крайней мере две щетки выполнены так, что только часть продольной поверхности каждой из них первоначально контактирует с коллектором.

4. Машина по п. 3, отличающаяся тем, что точка первоначального контакта между каждой щеткой и коллектором расположена так, что ленточные пружины развивают относительно высокое начальное давление для быстрого прижатия щеток.

5. Машина по п. 4, отличающаяся тем, что щетки имеют длину продольной поверхности больше суммы длины наружной дуги коллектора между двумя пазами и ширины двух пазов коллектора так, что во время работы кромки щетки не попадают в пазы коллектора.

6. Машина по п. 4, отличающаяся тем, что каждая щетка имеет фасонную поверхность для взаимодействия с коллектором.

7. Машина по любому из пп. 1-6, отличающаяся тем, что кольцевая щеточная траверса имеет по крайней мере четыре D-образных паза для соединения с ней каждой обоймы щеток.

8. Машина по п. 7, отличающаяся тем, что обойма щеток соединена с кольцевой щеточной траверсой через D-образные пазы

для обеспечения точного расположения обоймы относительно коллектора при минимальном напряжении в траверсе.

9. Машина по любому из пп. 1-8, отличающаяся тем, что подшипниковый щит имеет вырез для размещения проводящих элементов щеток, а станина и щит имеют средства для размещения и удерживания изолирующих элементов, при этом подшипниковый щит соединен со станиной путем зачеканивания.

10. Машина по любому из пп. 1-9, отличающаяся тем, что коллектор содержит внутреннюю изолирующую часть с отверстием, соединенную с валом при помощи клея, а его внешняя электрически проводящая часть имеет множество язычков для соединения с обмоткой якоря и присоединена к изолирующей части также с помощью клея, при этом и сердечник якоря приклеен к валу.

11. Машина по любому из пп. 1-10, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит по крайней мере два чашеобразных маслоотражателя, расположенных по концам вала, втулку, расположенную на валу между сердечником якоря и маслоотражателем со стороны, противоположной коллектору, средство контроля продольного смещения, расположенное между маслоотражателем и коллектором, и средство снижения осевой вибрации.

12. Машина по любому из пп. 1-11, отличающаяся тем, что каждый постоянный магнит контактирует со станиной по крайней мере в двух точках, обеспечивая отсутствие качания магнитов относительно станины.

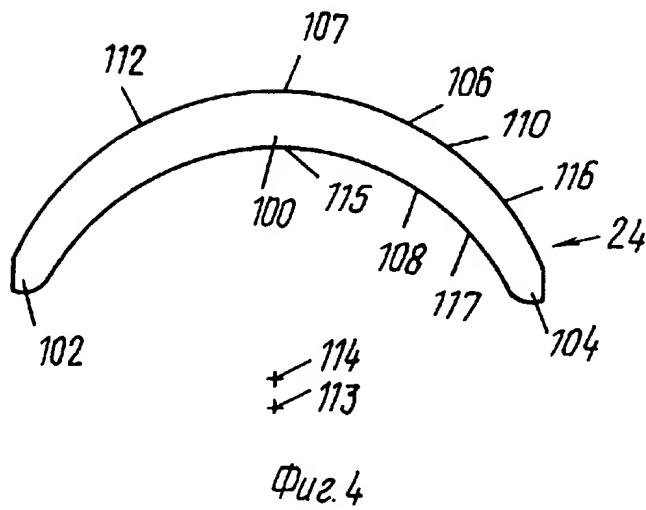
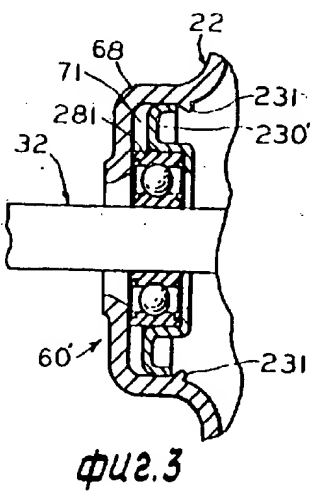
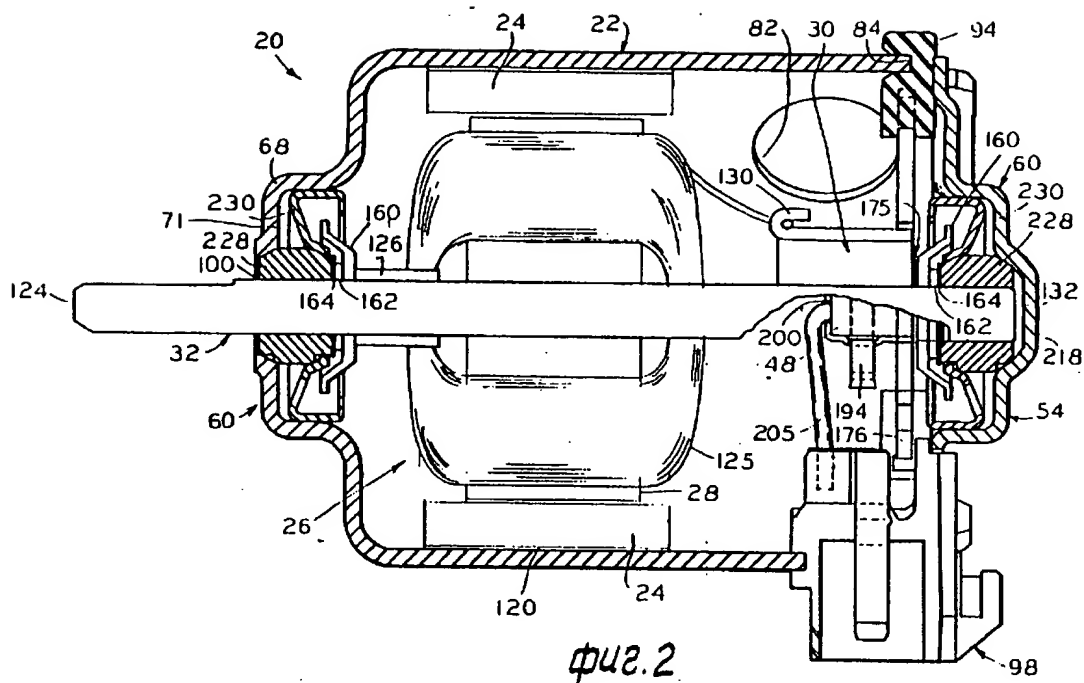
13. Машина по п. 12, отличающаяся тем, что каждый постоянный магнит имеет наибольшую толщину в его центральной части и выполнен сужающимся по направлению к концам для обеспечения снижения момента сопротивления.

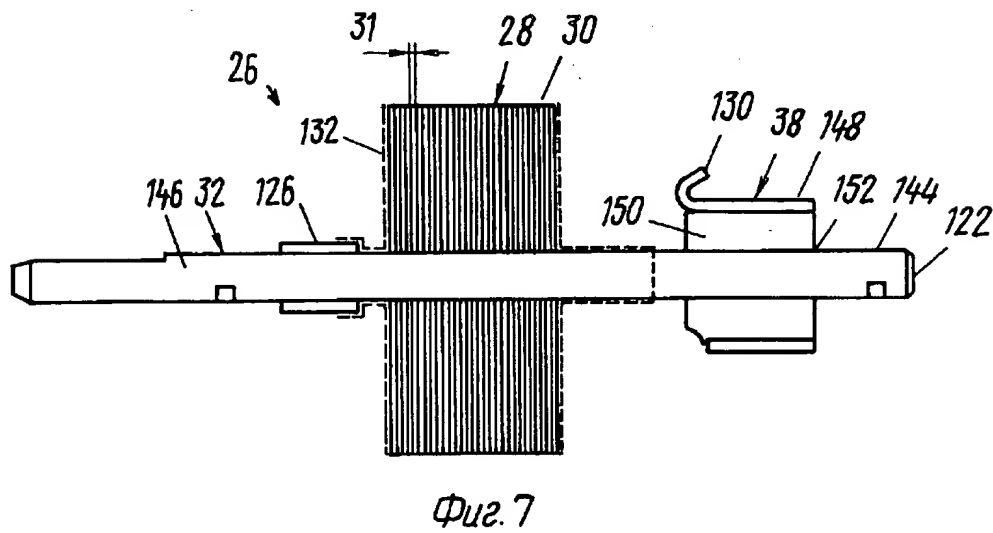
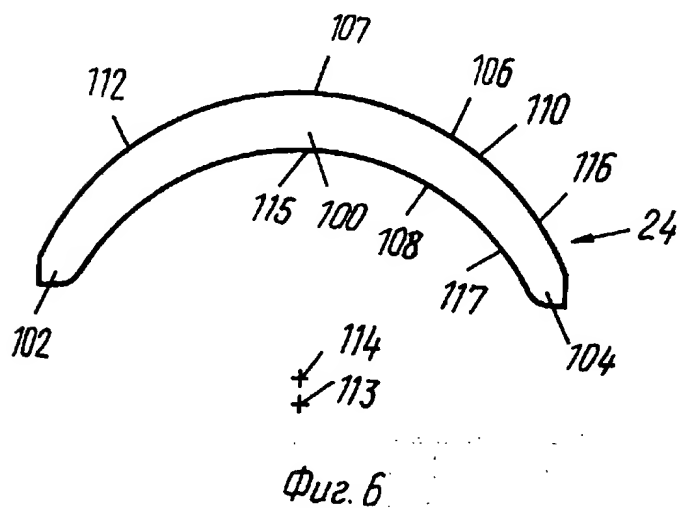
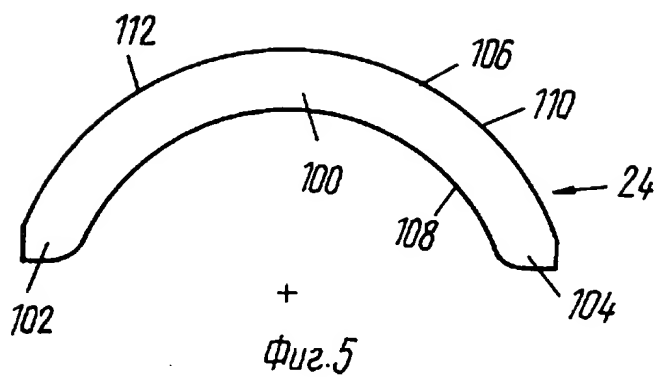
14. Машина по п. 13, отличающаяся тем, что постоянные магниты выполнены в сечении дугообразной формы и дуги внутренней и наружной поверхностей имеют различные центры, причем воздушный зазор между сердечником якоря и постоянными магнитами в центральной части последних имеет наименьшую величину и увеличивается к концам магнитов.

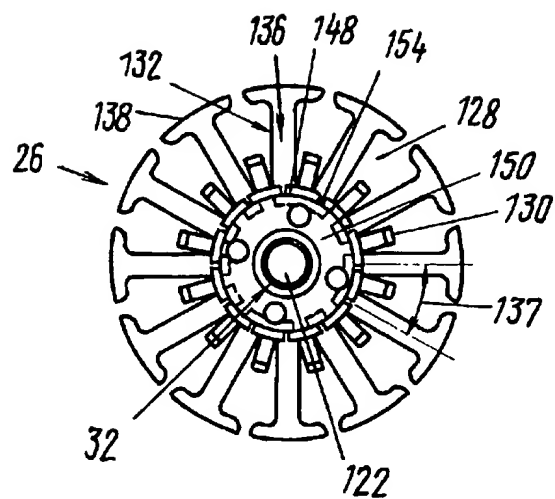
50

55

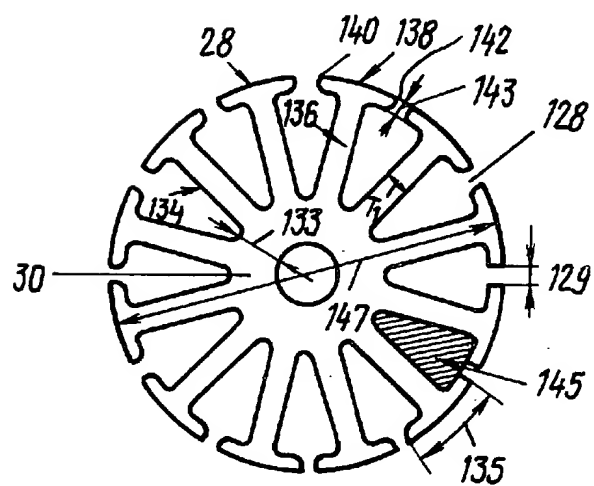
60



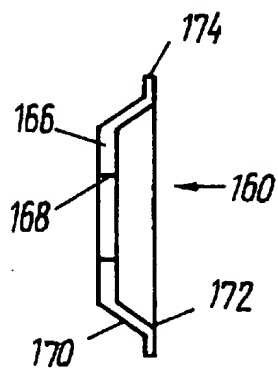




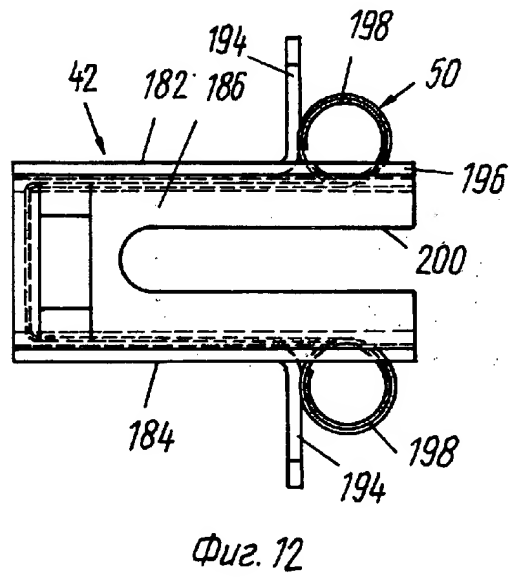
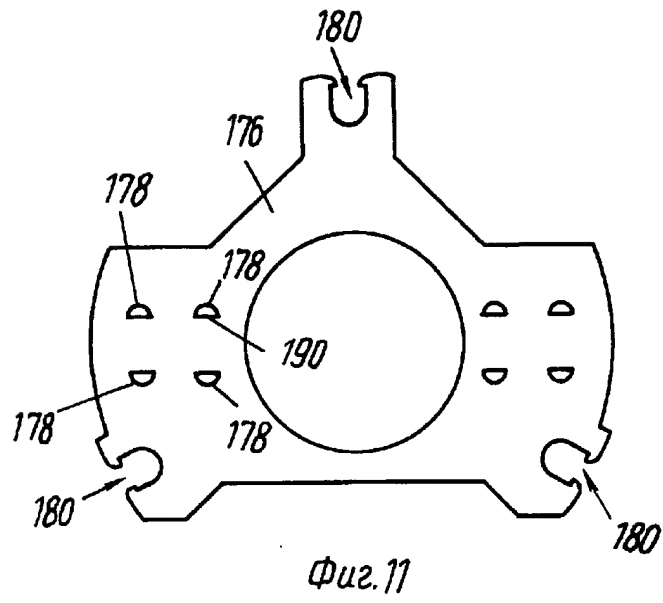
Фиг. 8

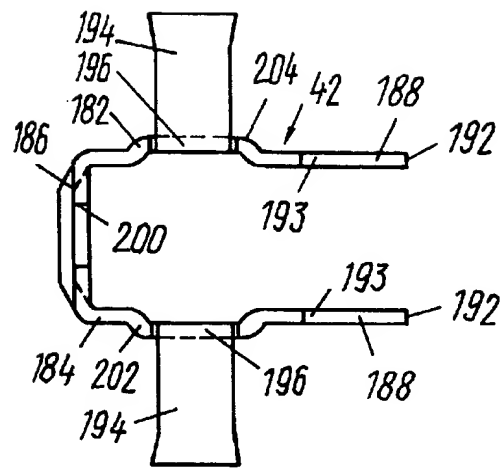


Фиг. 9

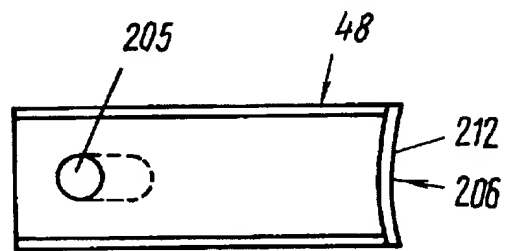


Фиг. 10

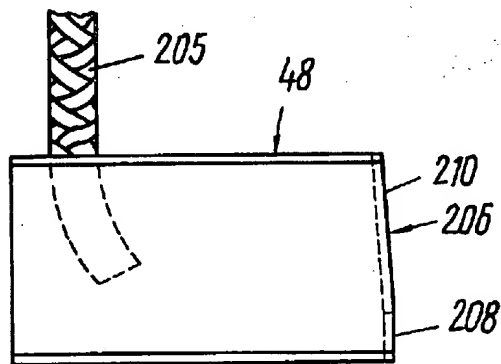




Фиг. 13



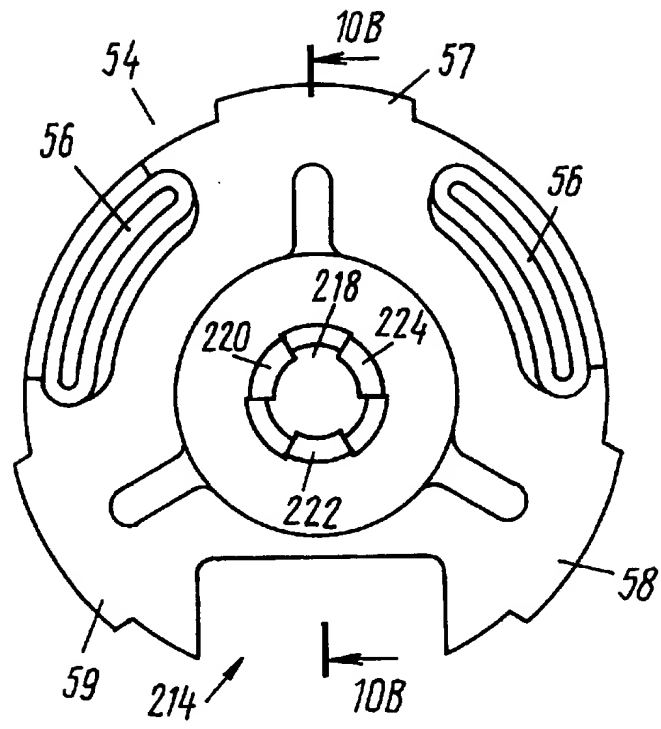
Фиг. 14



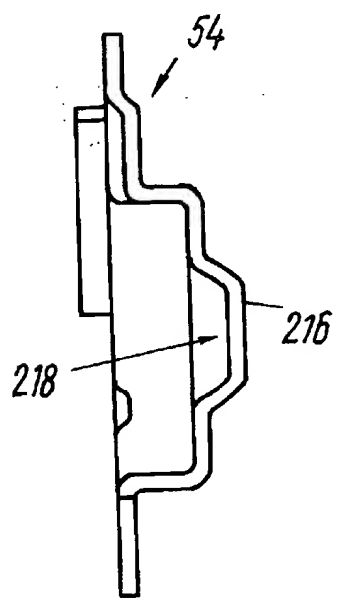
Фиг. 15

RU 2075151 C1

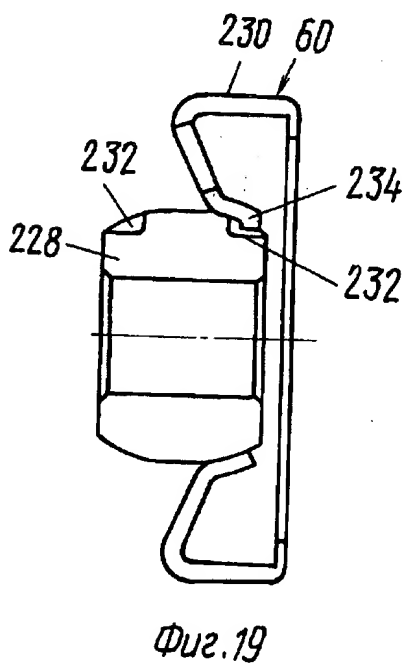
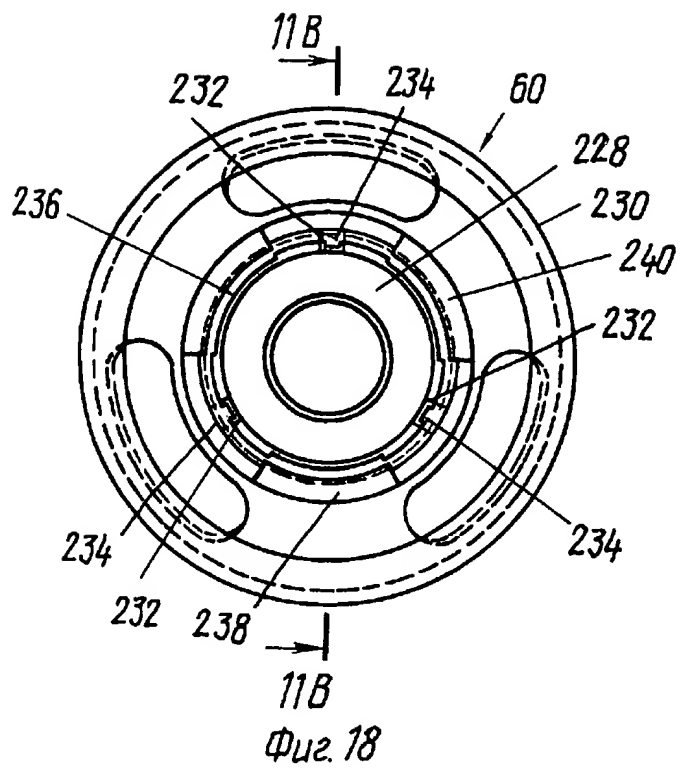
RU 2075151 C1

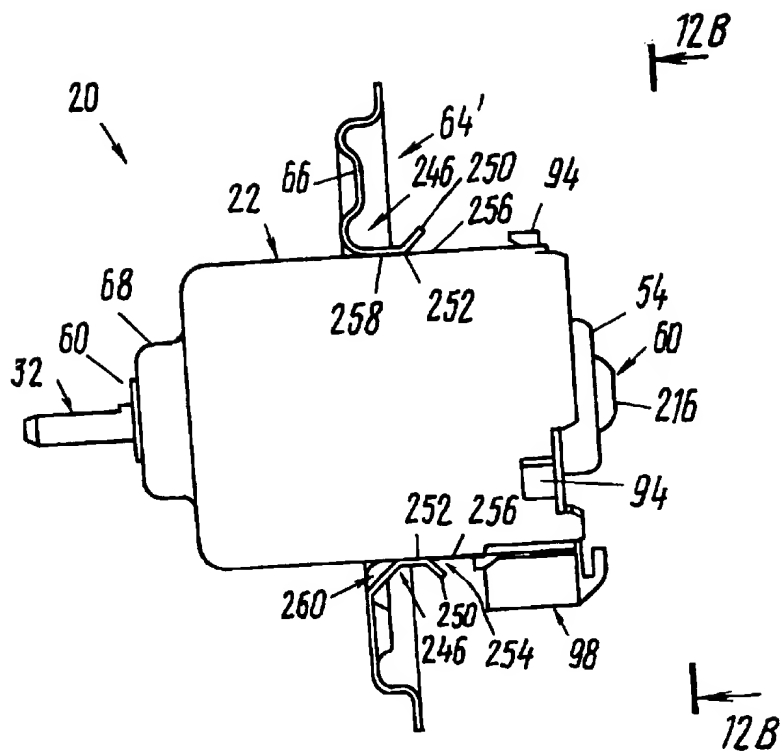


Фиг. 16

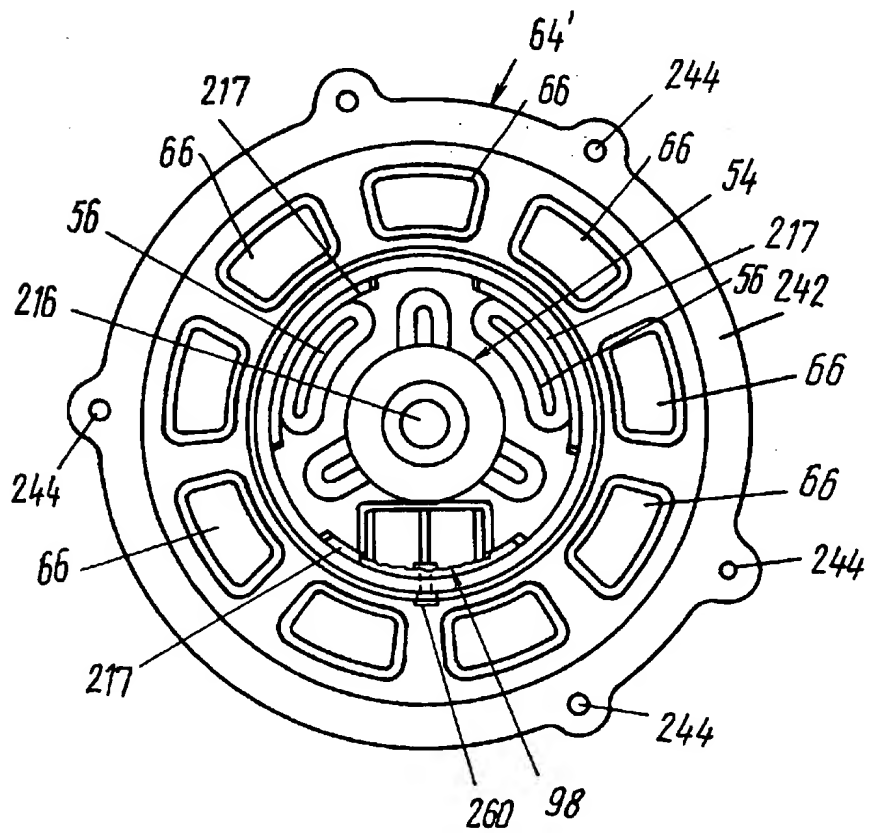


Фиг. 17





Фиг. 20



Фиг. 21